

資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力産業・市場室 御中

令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
(今後の次世代電力ネットワーク及びネットワークビジネスの在り
方に関する調査)

報告書

2021.2

株式会社日本総合研究所
リサーチ・コンサルティング部門

目次

目次

1. 事業の実施方針等	2
①海外の電力ネットワークを取り巻く環境の変化	5
(1)再エネ過多地域への各国の対応状況	5
(2)ネットワークビジネスの動向	10
(3)諸外国におけるESG投資、SDGs関係の動向	25
②国内外の電力産業の変化	48
(1)電力データxX事業の検討	48
a)事業モデル・論点、ユースケース	48
b)国内動向	61
c)諸外国動向	67
(2)国内調整力の分析	80
③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集	105
(1)ローカルフレキシビリティマーケット	105
(2)諸外国の配電事業	151
a)ドイツ	151
b)イギリス	171
c)事業規制・行為規制	175
d)保安	194
e)その他調査事項	205
(3)レベニューキャップ	223

1. 事業の実施方針等

事業の目的

事業の目的

エネルギー供給強靱化法案に盛り込まれた制度改革の詳細設計に資する情報収集・分析を行うとともに、我が国の新たな電力プラットフォーム移行に向け、これまで議論されてきた内容の検討深化を図る。

- 本年2月に閣議決定されたエネルギー供給強靱化法案では、配電事業ライセンス導入等の制度改革が盛り込まれており、その詳細制度設計にあたっては、事業環境の変化に対応しながら先進的電力ネットワークの構築が進められている欧米等の動きを研究し、電力ネットワーク事業における市場ニーズや課題等を整理することが求められている。
- 昨年度までの次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会（以下、研究会）では、電力プラットフォームの将来コンセプト等が示され、我が国の新たな電力プラットフォームへの移行に向け、具体的な企業行動を促すような、より一層の議論の深化が必要である。

事業の内容

国内外における電力ネットワーク等の環境変化、事業者動向等に関する情報収集・分析

- 我が国の電力ネットワーク事業の在り方検討のため、国内外における制度改革等の事業環境変化や新たなニーズ、それらに対応したビジネスの変化について、文献・関連研究の調査、国内外の関連レポート調査

事業のポイント

- 本事業で取り扱うテーマと調査項目は幅広く、短期的には、国内外の先進事例を踏まえた電事法改正を見据えた示唆出しを行い、中長期的には、あるべき電力等のプラットフォーム形成に必要な政策方向性や、論点や課題の整理を行う。これらはどちらの視点も重要である。従って、**貴庁と協議の上、柔軟にトピックを精査することが求められる。**
- 先進事例調査にあたっては、**どんな背景から変化や改革が起こり、その際に新たな事業や事業者参加が行われ、その結果どうなったか（失敗例も含め）のプロセスを時系列的に把握することが必要。**その上で、日本に導入した場合にはどのような課題が生じるか、その関係性が把握できるように整理を行う。
- 昨年度までの議論の深化を基本とするが、それだけに閉じることはせず、過去調査業務との重複は可能な限り避けつつも、他の審議会・委託調査は多く開催されていることを考慮し、**協議の上、検討円滑化のためにこれらを活用・連携する。**

事業内容

- 本事業の全体像は以下の通り。調査状況や貴社との打合せを踏まえ、適宜検討内容を調整した。

(1) 今後の次世代電力ネットワーク及びネットワークビジネスの在り方に関する調査

① 海外の電力ネットワークを取り巻く環境の変化

- ▶ 欧米各国のカーボンニュートラル等の政府目標や目標達成への取組、ESG投資やSDGsの考え方の普及等による投資環境の変化、系統等へのダイナミックな投資、スタートアップの出現の状況、事業者の再編等による、世界各国の「双方向化」「分散化」「kWhの限界費用のゼロ化」「カーボンニュートラル化」「エネルギーのインターネット化」などのリパリングの動向やそれを受けた取組等を調査する。

② 国内外の電力産業の変化

- ▶ 国内外においてリパリングが進展する中、国内外の電力ネットワークビジネスの変化や、電力ネットワークビジネスのプラットフォーム化、需要家側リソースの活用やその取引、異業種との連携による新たな価値の創出等について、最新の動向やビジネスニーズ等を調査し、国内の電力ネットワークにおける潜在的なイノベーションの兆しや制度面での課題等について調査し、テーマを設定した上でテーマごとに整理する。
 - 電力ネットワークビジネスの変化や新たなプラットフォーム化
 - 需要家側リソースの活用と取引、kWhビジネスからの転換
 - 異業種との連携による新たな価値の創出等

③ 改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

- ▶ 過去の研究会にて取りまとめられた課題や左記テーマに関連し、改正電事法の詳細設計に資するデータ・情報の収集を行う。
- ▶ 調査内容については、仕様書に記載されている例のほか、貴庁および委員の要望に従って柔軟に対応することを想定。

(2) 調査実施方法

文献調査

- ▶ 各種統計データ、持続可能な電力システム構築小委員会等の審議会や研究会等の資料、外国政府、海外個社等の公表レポート等公表資料の収集・分析

ヒアリング調査

- ▶ 各事業者・有識者等へのヒアリング

① 海外の電力ネットワークを取り巻く環境の変化

(1) 再エネ過多地域への各国の対応状況

我が国の系統整備形成の考え方

- 従来の日本の電力系統は、地域間連系線を除き、平常時に系統混雑が生じないことを前提とした設備形成がされており、系統混雑の発生を許容した電力システムになっていなかった。
- そのため、系統混雑を解消するニーズ自体も発生しなかった。

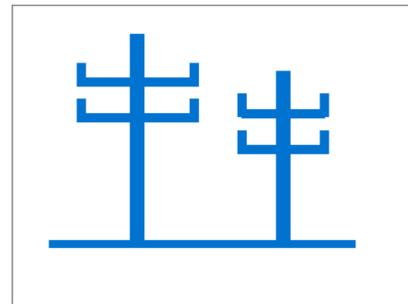
再生可能エネルギー電源等



新規接続申込
 →
 必要な容量の確保が
 確認されてから接続

←
 系統混雑が発生した
 場合には出力抑制

電力系統



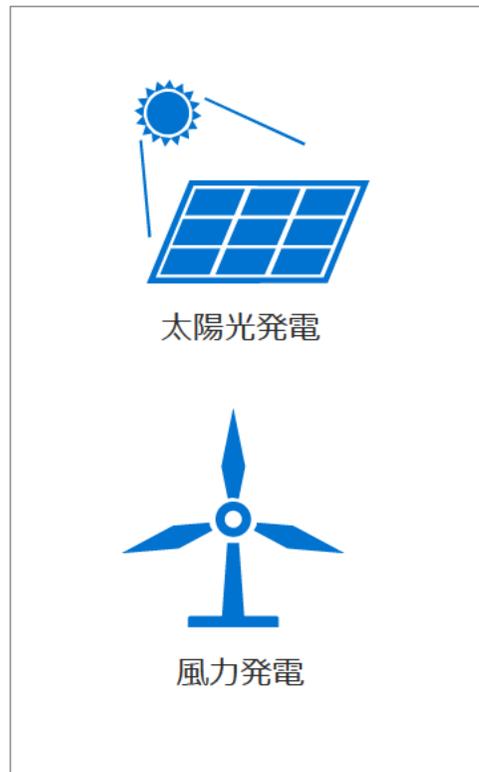
- 系統容量に空きがあれば受け付け、空き容量がない場合には、設備増強を行い容量を確保した上で申込を受け入れる

- 平常時に系統混雑が発生しないことを確認した上で、接続受入を行っており、系統混雑の発生を制度上は想定していない。
- 実際に系統混雑が発生した場合も、無補償の出力抑制等によって対応できるため、系統混雑を解消するニーズはこれまでは発生していなかった。

欧州の系統整備形成の考え方

- 欧州においても、基本的には系統混雑が生じないことを前提とした設備形成がされているが、一部の国では、継投増強の完了を待たずして早期接続する国もあり、その場合、一時的に系統混雑の発生を許容することになる。
- イギリス、ドイツの国では、近年の再エネの急速な導入拡大に伴う、設備増強コストの増加、設備増強完了までに必要となる混雑管理コストの増加が課題となっている。

再生可能エネルギー電源等

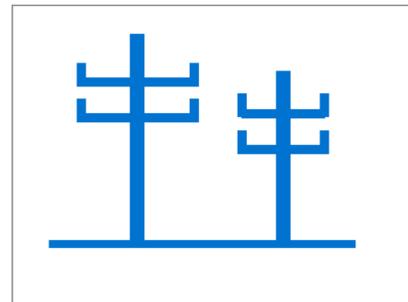


新規接続申込
 →
 設備増強を待たず
 早期接続が可能

系統混雑が発生した
 場合には出力抑制
 ←

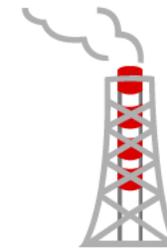
出力抑制による機会
 損失をTSOが補填
 ← 

電力系統



混雑回避に向けて
 電源を追加調達
 ←  →

調整用電源

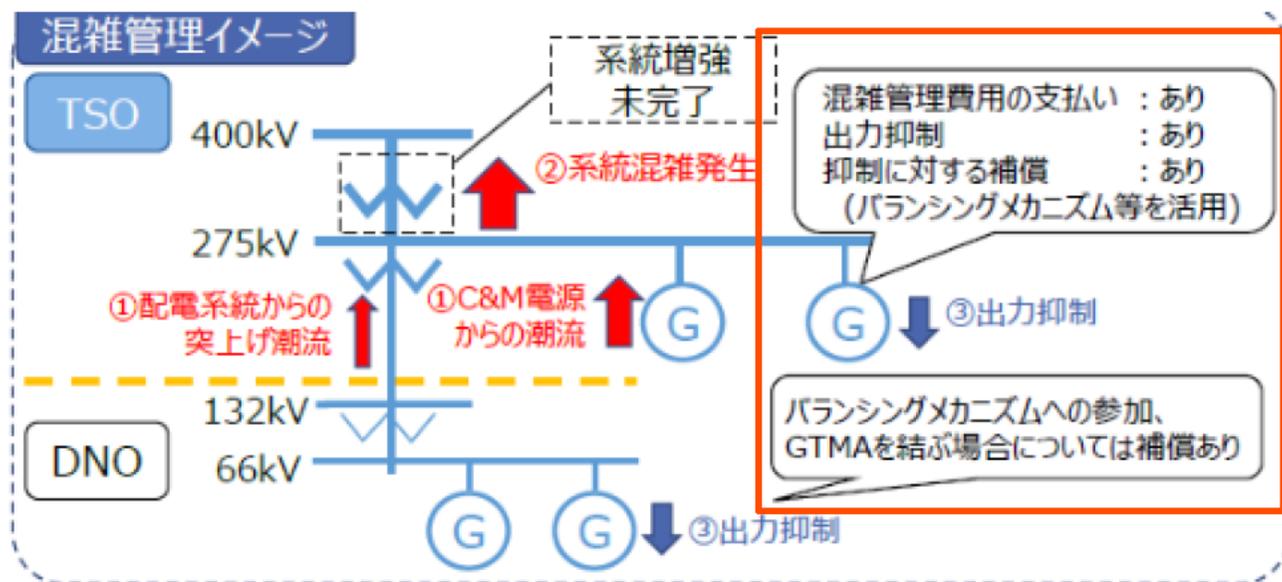


- 再エネ等の一部電源については、設備増強を待たずに早期接続ができる
 イギリス：コネクト&マネージ
 ドイツ：プライオリティコネクション

- 再エネ等の一部電源については、設備増強を待たずに早期接続ができるため、接続から設備増強までの間、系統混雑の発生を一時的に許容することになる。（系統混雑への対応コストが発生する。）
- 一時的に発生する系統混雑の影響を回避するため、TSOは出力抑制補填、アンシラリーコスト等の負担を強いられることになる。

系統混雑解消に向けた取組の背景 イギリス

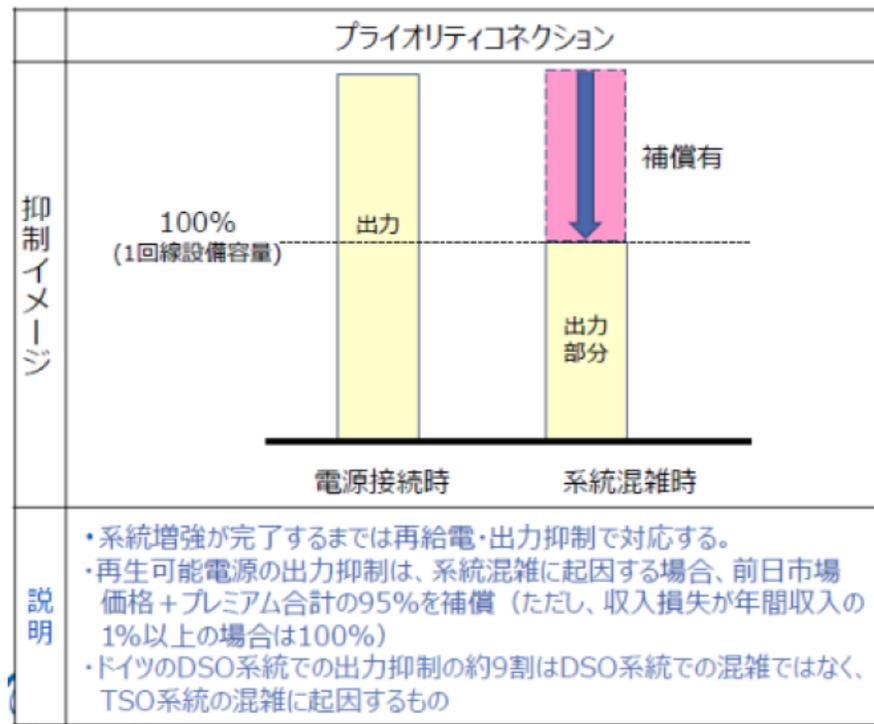
- イギリスでは、ファーム電源の系統増強前の接続を許容するコネクト&マネージを導入。
- 早期な電源接続が可能になる一方、混雑管理のためのbalancingコスト、出力抑制に対する補償支払い等ネットワークコストの増加が課題となっている。



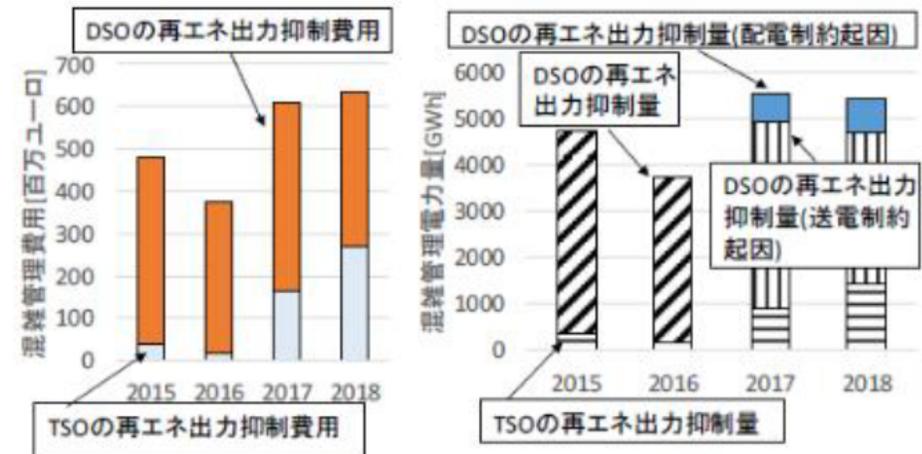
- 系統増強前での接続により、系統混雑が発生
- 混雑管理コストが増加によるネットワークコストの増加が課題となっている。(いずれも託送料金で回収するため、国民負担の増加に直結)

系統混雑解消に向けた取組の背景 ドイツ

- ドイツのTSO/DSOは系統増強の必要がある場合でも、増強を待たず再生可能電源を優先的に接続する義務があり、一時的に系統混雑が発生することになる。
- 系統混雑が発生した場合には、出力抑制を行うことになるが、それに対する補填をTSOは各電源に行っており、近年当該コストの増加が課題となっている。



TSO/DSOの再エネ出力抑制量と当該補填費用



出所：広域機関における「日本版コネクト&マネージ」の検討について（2018年12月 OCCTO）
 イギリス・ドイツのローカルレジリビリティ市場の動向と課題（2020年3月 電中研）を基に日本総研作成

① 海外の電力ネットワークを取り巻く環境の変化

(2) ネットワークビジネスの動向

ネットワークサポートメニュー調査まとめ

- 配電事業等が成長する中、周辺の企業・団体が提供するサポートメニューは、デジタル化やブロックチェーン、AI需要予測、DERMS等、DERとプレイヤーを含めた市場が統合的に管理運営できる技術に加え、特定の地域にマイクログリッドモデルを導入する支援等、多岐に亘っている。

国	企業・団体名	主要サポートメニュー分類	主要サポートメニュー
独	Trianel	<ul style="list-style-type: none"> ✓ デジタル技術 ✓ スマートシティ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ロボティクスソフトウェア：日常的業務の自動化 ✓ 拡張現実(AR)：システム管理等のパイロットシステムの開発 ✓ 顧客サービス(チャットボット)：顧客とのつながりを強化するためのデジタルサービス ✓ デジタルディストリビューション：新技術を用いた都市開発支援
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ コンサルティング 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ トレンドスカウティング(イノベーション検討)：必要な技術の情報収集、分析サービスを実施 ✓ パイロットプロジェクト：デジタルラボにおけるパイロットプロジェクトを実施 ✓ 情報共有会：ノウハウの情報共有会を実施 ✓ 意識改革研修：組織体質を変えるべきシュタットベルケに対し、研修を推進
	Thüga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラットフォーム・インフラ ✓ デジタル技術 ✓ スマートシティ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ エネルギープロバイダープラットフォームの提供(KEMSアプリ、業界特化SAP) ✓ 共同事業開発：eモビリティ、デジタル化、スマートシティ ✓ 通信インフラLoRaWANと種々のアプリによるスマートシティ化支援
	Energy Web Foundation	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ブロックチェーン技術 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ブロックチェーン技術のオープンソース提供：パブリックなブロックチェーンプラットフォーム上で、DSO等が分散型エネルギー資源をエネルギー市場において統合管理し、エネルギーの売り手と買い手がマッチングすることを可能にする
英	Smarter Grid Solutions	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DERMS ✓ マイクログリッド ✓ VPP ✓ AIフレキシビリティ需要予測 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 分散型エネルギー資源管理システムの提供(資源の統合管理、常時監視の元での最適化) ✓ マイクログリッドの運営 ✓ VPPの運営 ✓ AI技術によるフレキシビリティの需要予測システムの開発
米	The Clean Coalition	<ul style="list-style-type: none"> ✓ マイクログリッド ✓ 再エネ導入 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ マイクログリッドの方法論、レジリエンスの定量評価、モデル活用の支援 ✓ 太陽光発電のポテンシャル調査 ✓ FIT制度に基づく再エネ導入プログラムの提供

出所：各種情報を基に日本総研作成

Trianel 企業概要

- Trianelは、シュタットベルケに対し、分散型発電や、IoT、eモビリティ等の最新デジタル技術の共同研究開発・技術ノウハウの共有等を行っている。

企業概要

- ✓ Trianelは、電力自由化における価値創造のソリューションをシュタットベルケに提供することをミッションとし、複数のシュタットベルケの出資により設立された
- ✓ Trianelは、本体とプロジェクト会社で構成され、ガス、石炭、風力、太陽光等の発電分野でプロジェクトを実施
- ✓ 発電、エネルギー取引、デジタル化が主要な事業分野で、収益性は、エネルギー取引が高い

企業名	Trianel GmbH
住所	Krefelder Straße 203 52070 Aachen
設立	1999年6月
事業エリア	ドイツ、オランダ、オーストリア、スイス

活動概要

項目	内容
サービス	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 業務システムの統合・IT化支援の開発環境(Trianel DESK)の提供 ✓ IT化コンサルティング ✓ デジタル技術開発環境のプラットフォーム(Trianel Digital Lab)の提供 ✓ 生産、貿易、販売の専門知識の提供
役割	<ul style="list-style-type: none"> ✓ エネルギーの共同調達 ✓ 再生可能エネルギーへの共同投資 ✓ ビジネスに関するアイデアと技術の共有
シュタットベルケの参加意図	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 規模の経済 ✓ 分散型発電の協同研究開発および技術ノウハウの共有 ✓ マネジメント、マーケティングの標準化およびボトムアップによるコストダウン ✓ IoT、eモビリティ等の最新デジタル技術の共同研究開発および技術ノウハウの共有

出所：trianelのウェブサイト等を基に日本総研作成

Trianel サポートメニュー

- サポートメニューは、発電、エネルギー取引に加え、新技術開発、コンサルティング等のサービスを提供しており、これらを有機的に組み合わせ、各種プロジェクトを立ち上げ、推進している。

サポートメニュー

事業項目	概要
発電	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 例：洋上風力発電 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 自治体によるオフショアウィンドパークTrianel Windpark Borkum(TBW)を建設 ➢ 33のシュタットベルケと自治体エネルギー供給会社が参加
エネルギー取引	✓ 電気、天然ガス等のエネルギー取引
新技術開発	✓ eモビリティ、スマートメタリング、分散型発電等の新技術開発
サービス	✓ コンサルティング、ノウハウ移転、排出量取引、金融、ネットワーク、負荷管理、請求業務等の各種サービス

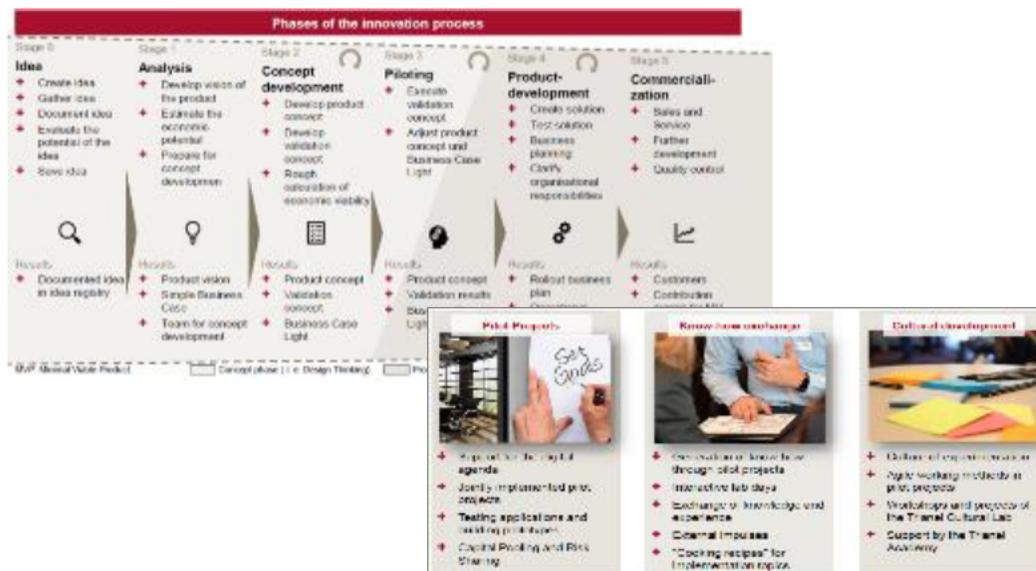
(参考)プロジェクト事例

- ✓ ヨーロッパ初の完全な自治体によるオフショアウィンドパーク Trianel Windpark Borkum(TBW)を建設
- ✓ Trianel Digital Labにおいてプロジェクトを実施
 1. 顧客対応のチャットボット開発 (Mönchengladbach)
 2. RPAの導入 (Stadtwerke Bonn)
 3. Augmented Realityゴーグルによる配電オペレーション

Trianel サポートメニュー事例

- サポートメニューの中でも、デジタル技術の提供、技術の情報収集・分析、ノウハウ共有・意識改革研修が特徴的。

事業項目	特徴的な事例
新技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ロボティクスソフトウェア：日常的業務の自動化を図る ✓ 拡張現実(AR)：システム管理等のパイロットシステムの開発を進める ✓ 顧客サービス(チャットボット)：顧客とのつながりを強化するためのデジタルサービスで、40のシュタットベルケと協力して開発を進める ✓ デジタルディストリビューション：自治体でもあるシュタットベルケに対し、新技術を用いて都市開発を支援
サービス	<ul style="list-style-type: none"> ✓ トレンドスカウティング(イノベーション検討)：必要な技術の情報収集、分析サービスを実施 ✓ パイロットプロジェクト：デジタルラボにおけるパイロットプロジェクトを実施 ✓ 情報共有会：ノウハウの情報共有会を実施(年に5,6回) ✓ 意識改革研修：組織体質を変えるべきシュタットベルケに対し、研修を推進



出所：trianelのウェブサイト等を基に日本総研作成

Thüga 企業概要

- Thügaは、CHP、再生可能エネルギーや、IoT、eモビリティ等の最新デジタル技術の共同研究開発および技術ノウハウの共有等を行っており、子会社が多く、自治体エネルギー公社、地域エネルギー会社と資本提携している。

企業概要

企業名	Thüga Aktiengesellschaft
住所	Nymphenburgerstraße3980335 Munich
設立	1867年
事業エリア	ドイツ全域
事業分野	ガス、電力、熱、水道、通信、サービス
特徴	560の自治体エネルギー公社、100の地域エネルギー会社と資本提携している

(参考)子会社

- ✓ ThügaAssekuranz：グループの保険会社
- ✓ Conergos：グループのITサービスプロバイダ
- ✓ e.dat：Schleupen環境における市場コミュニケーションと請求のスペシャリスト
- ✓ E-MAKS：SAP環境における市場コミュニケーションと請求のスペシャリスト
- ✓ ThügaSmartService：計測および自治体インフラストラクチャのスペシャリスト
- ✓ Syneco：グループの取引プラットフォーム
- ✓ ThügaRenewable Energies：グループの風力発電および太陽光発電のスペシャリスト
- ✓ eness：太陽光発電と家庭用蓄電のスペシャリスト
- ✓ Geospin：地理空間スペシャリストおよびビッグデータプロフェッショナル
- ✓ homeandsmart：スマートホームとIoTのための情報ポータル
 - ✓ smartlab：バックエンドの充電ステーション等eモビリティ分野の研究開発

出所：Thügaのウェブサイト等を基に日本総研作成

Thüga 活動概要

- シュタットベルケに対しては、eモビリティ、デジタル化、スマートシティの共同事業開発実績あり。通信インフラとアプリの提供により、リサイクルセンターのオンラインチェック化を実現している。

活動概要

項目	内容
① シュタットベルケ向けサービス	<ul style="list-style-type: none"> ・マネジメントとマーケティングのコンサルティング ・IT化、デジタル化 ・エネルギープロバイダープラットフォームの提供(KEMSアプリ、業界特化SAP)
② シュタットベルケアライアンス	<ul style="list-style-type: none"> ・電力自由化への対策としての共同調達 ・再生可能エネルギーに対する共同技術開発、共同コミットメント ・共同事業開発：eモビリティ、デジタル化、スマートシティ →eモビリティの分野では、包括的な「ツールキット」を提供
③ シュタットベルケの参加意図	<ul style="list-style-type: none"> ・規模の経済（顧客100万人以上で資材調達においてコストメリットが発生） ・CHP、再生可能エネルギー等の協同研究開発および技術ノウハウの共有 ・マネジメント、マーケティングの標準化およびボトムアップによるコストダウン ・IoT、eモビリティ等の最新デジタル技術の共同研究開発および技術ノウハウの共有
④ 付加価値	<ul style="list-style-type: none"> ・経営の高度化とコスト低減によりシュタットベルケに競争力を与える ・100を超えるシュタットベルケとの協同研究開発による最新技術の開発促進と水平展開
⑤ プロジェクト事例	<ul style="list-style-type: none"> ・IoTに最適な通信インフラLoRaWAN(Long Range Wide Area Network、863~870MHz)と種々のアプリによりスマートシティ化を支援 →Stadtwerke Singenによるリサイクルセンターのオンラインチェック化等 ・再生可能エネルギー発電の短期的な余剰電力を利用して水素ガスを作る300kWのP2Gプラントを2015年2月から稼動(フランクフルトの地域電力会社であるMainova AG向け)

出所：Thügaのウェブサイト等を基に日本総研作成

Energy Web Foundation 団体概要

- Energy Web Foundationは、分散型エネルギー資源管理を行うためのブロックチェーン技術のアプリケーションを、オープンソース化して開発・提供している。

団体概要

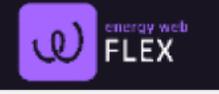
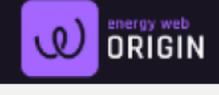
- ✓ 将来的に、電力は、消費者が主体的に選択・購入する時代となるとみられ、分散型エネルギーを構成する様々な設備がIDを持つようになり、ブロックチェーンは、信頼ある取引成立に貢献することが想定される
- ✓ こうした想定のもとで、Energy Web Foundationは、**分散型エネルギーに対するブロックチェーン技術の親和性に着目し、これまでに100以上のアプリケーションを展開し、再エネ、EV、蓄電池等の分散エネルギー設備をアセット管理する支援を行っている**
- ✓ 会員企業は、100社以上となり、イギリスのセントリカ、アメリカのデュークエナジー、ドイツのE.onやEnBW、ベルギーのElia等が参加し、日本からも、東京電力、中部電力、昭和シェル石油、ソフトバンク等が参加している
- ✓ 個別企業では、将来性が不透明な技術に大きな投資を行うことが困難であることから、EWFは、消費者のニーズに合う共通のプラットフォームを開発・提供している
- ✓ 多くの企業が利用可能となるよう、オープンソース化して各種開発を進め、100%再生可能エネルギーの新しいグリッド社会を目指している

団体名	Energy Web Foundation(非営利団体)
住所	Friedrich Straße 68 c/o MindSpace, 10117 Berlin
設立	2017年(米国のエネルギーシンクタンクRocky Mountain Institute,オーストリアのブロックチェーン開発Grid Singularityが中心となり設立)
資本金	第一期に総額250万ドルを調達
事業分野	エネルギー関連企業向けにブロックチェーン基盤を開発・提供

Energy Web Foundation サポートメニュー

- ブロックチェーン技術のThe EW-DOSは、パブリックなブロックチェーンプラットフォームで、DSO等が分散型エネルギー資源をエネルギー市場において統合管理し、エネルギーの売り手と買い手がマッチングすることを可能にする。

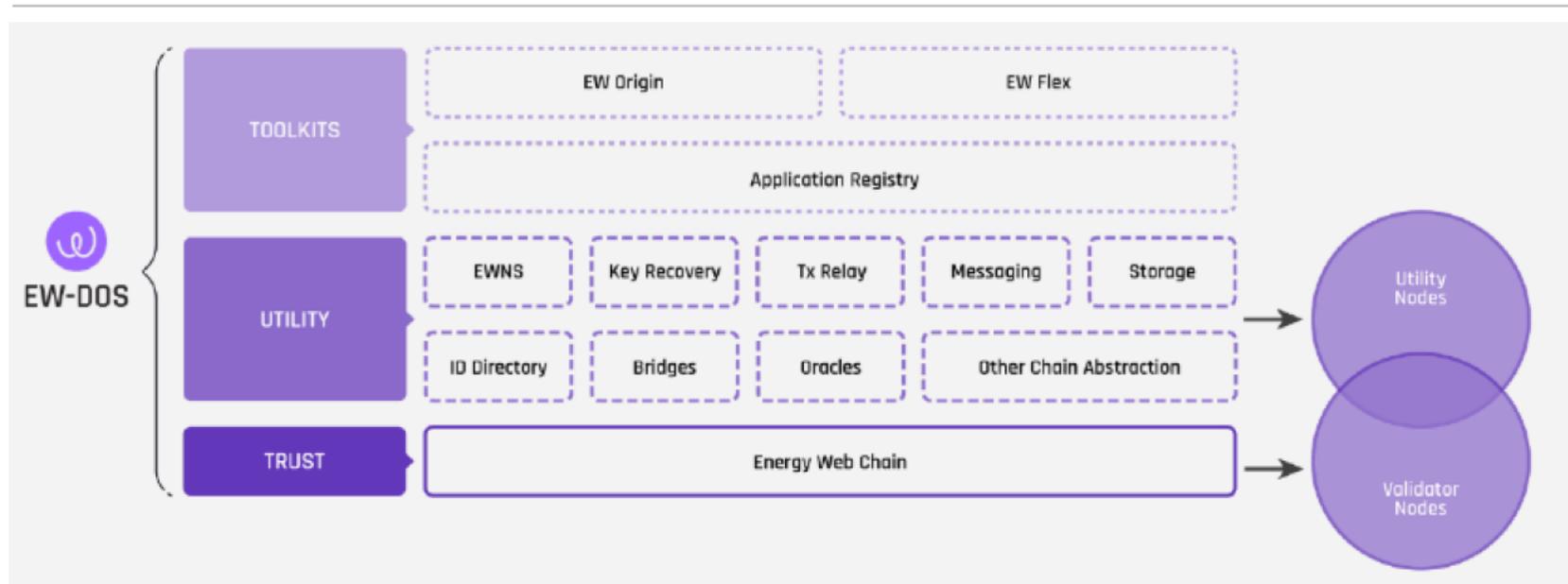
エネルギー業界向けのデジタル技術「The EW-DOS」の概要

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ The Energy Web Decentralized Operating System (EW-DOS) は、分散型のソフトウェアと基準にかかるオープンソースであり、the Energy Web Chainをはじめとするコア技術、ミドルソフトウェアサービス、ソフトウェア開発ツールキットで構成される ✓ 市場関係者が低炭素電力システムを安全にデジタル化して運用することを可能にする
コア技術		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Energy Web Chainは、エネルギー業界向けのパブリックなブロックチェーンプラットフォーム
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ EW Flexは、DSOや、TSO、電力会社が、分散型エネルギー資源をエネルギー市場において統合することを可能にする技術
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ EW Originは、再生可能エネルギーと市場にかかる売り手と買い手のマッチングを行う技術
ツールキット		<ul style="list-style-type: none"> ✓ EW Switchboardは、利用者、アセット、アプリケーション開発者を特定し、アクセスを管理する identity and access management(IAM)オープンソースツール
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ EW Zeroは、再生可能エネルギーの買い手が、世界のデジタル化された市場から、調達オプションを探し出すためのオープンソースツール ✓ EW Zeroは、EW Originで構成された無数の市場を統合する

(参考)Energy Web Foundation 「The EW-DOS」の全体像

- The EW-DOSは、Energy Web Chain、EW Flex、EW Originをコア技術とし、ミドルウェアに加え、ソフトウェア開発用のツールキットで構成される。

エネルギー業界向けのデジタル技術「The EW-DOS」の全体像



出所 : Energy Web Foundationのウェブサイト、「EW-DOS: The Energy Web Decentralized Operating System」等を基に日本総研作成

Smarter Grid Solutions 企業概要

- Smarter Grid Solutionsは、分散型エネルギー資源管理システム(DERMS)のソフトウェアを開発し、配電事業者や自治体等の多くのプレイヤーに提供している。

企業概要

- ✓ Smarter Grid Solutions は、**分散型エネルギー資源管理システム(DERMS)のソフトウェアを提供する企業**であり、2019年時点で、合計1.3GW以上となるエネルギー関連企業に提供している

企業名	Smarter Grid Solutions
住所	Glasgow Optima Building 58 Robertson Street Glasgow G2 8DU
事業エリア	世界各国(本社イギリス、イギリスとアメリカを拠点として、世界展開)
事業分野	エネルギーサービス企業、配電事業者、自治体やコミュニティ向けに、市場やネットワークにおいて、多数の分散型エネルギー資源を管理する技術を提供する

(参考)プロジェクト事例

- ✓ Northern Powergridは、十分に支援が行き届いていない、もしくは、クリティカルとなっている、多くの点在するコミュニティに対し、**マイクログリッドの導入を進めている**
- ✓ Smarter Grid Solutionsは、Northern Powergridに対し、**分散型エネルギー資源の管理技術を提供するとともに、プロジェクトマネジメントにおいても支援を行っている**
- ✓ 2020年に、第一弾の対象地域の運用開始

- ✓ UK Power Networksは、イギリス南東部の配電網を運用しており、**フレキシビリティを活用し、系統との調整等を行う各種ユースケースを必要としていた**
- ✓ Smarter Grid Solutionsは、UK Power Networksに対し、**分散型エネルギー資源の管理技術を提供し、様々なユースケースでの運用を支援している**
- ✓ 2019年に、運用開始

Smarter Grid Solutions サポートメニュー_DERMS

- 分散型エネルギー資源管理システムにかかる各種ソフトウェアは、各種資源を統合的に管理し、常時監視の下で最適化を図るとともに、マイクログリッドやVPPの運営を可能にする。

分散型エネルギー資源管理システムにかかる各種ソフトウェア

Strata Grid	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Strata Gridは、分散型エネルギー資源の統合管理、最適化を支援するソフトウェア ✓ 利用者は、分散型エネルギー資源を常時監視することができ、DSOは、これを活用し、フレキシビリティサービスを運営することができる
Strata Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Strata Resilienceは、マイクログリッドの管理を行うソフトウェア ✓ マイクログリッドの価値を最大化しながら、系統接続、アイランド稼働、ブラックスタート時の運営を可能にする
Cirrus Flex	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cirrus Flexは、分散型エネルギー資源と接続し、遠隔から自動的に最適なディスパッチを行い、市場と系統の統合、複数の収益の統合管理、VPPの運営に寄与するソフトウェア
Element Grid	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Element Gridは、Strata Gridや、Strata Resilienceを用いた、分散型エネルギー資源の常時監視と管理を行うソフトウェア

Smarter Grid Solutions サポートメニュー_AIによるフレキシビリティの予測

- Smarter Grid Solutionsは、Western Power Distributionとともに、AI技術により、フレキシビリティがいつでも求められるかを予測し、その正確性を測定するプロジェクトを行っている。

Smarter Grid SolutionsとWestern Power DistributionとのAI技術によるフレキシビリティの需要予測プロジェクト

- ✓ Smarter Grid Solutionsは、AIを活用し、フレキシビリティサービスの運営において求められる予測の正確性を向上させてきた
- ✓ こうした背景の元、Western Power Distributionとともに、フレキシビリティと予測システムにかかるプロジェクトを実施
- ✓ 特に、AI技術の中で、long short-term memoryとextreme gradient boostingと呼ばれる技術を用いた予測では、6か月前から1時間前までの期間設定の元で、高い正確性を示す結果を得た(比較的短いタイムラインでの正確性がより高かった)
- ✓ 本プロジェクトの結果を踏まえ、予測の正確性をより高め、フレキシビリティサービスが、いつでも求められるかを確実に特定し、より効率的な購入や供給を実現するもの
- ✓ 今後も、技術の規模を拡大し、多くの地域における試行に役立てていく

Use Case	Accuracy	Time Horizon				
		Six Months Ahead	Month Ahead	Week Ahead	Day Ahead	Hour Ahead
UC1 - GSP	>50%	30.61	28.89	25.07	30.95	50.00
	>80%	11.91	11.69	9.42	13.39	25.00
UC2 - BSP	>50%	99.42	99.94	99.78	100.00	100.00
	>80%	79.23	83.50	92.11	97.32	100.00
UC3 - Primary	>50%	98.23	99.98	100.00	100.00	100.00
	>80%	96.05	98.59	99.33	99.70	100.00
UC4 - BSP	>50%	68.99	73.48	73.41	85.12	100.00
	>80%	29.88	33.75	34.10	45.54	52.08
UC5 - Primary	>50%	97.54	97.74	98.96	100.00	100.00
	>80%	87.36	86.97	91.39	98.51	100.00
UC6 - Wind Generation	>50%	37.33	40.35	48.91	87.20	87.50
	>80%	12.76	18.68	27.49	71.73	79.17
UC7 Solar Generation	>50%	72.28	73.08	77.38	76.19	89.58
	>80%	58.16	54.70	52.68	60.12	62.50
UC8 - Large	>50%	N/A	66.66	71.58	79.17	100.00
	>80%	N/A	27.43	29.41	47.32	93.75

出所：Smarter Grid Solutionsのプレスリリース

「Smarter Grid Solutions uses artificial intelligence to improve flexibility services forecasting」(2019/9/11)、WESTERN POWER DISTRIBUTION「Forecasting Evaluation Report」(2019/6/6)等を基に日本総研作成

The Clean Coalition 企業概要

- The Clean Coalitionは、FIT制度に基づき、地域における再生可能エネルギーを導入するとともに、分散型エネルギー資源の運用計画やマイクログリッドプロジェクトを推進している。

企業概要

- ✓ The Clean Coalitionは、設立以来、コミュニティや電力会社、政府等とともに、以下のようなクリーンエネルギープログラムとポリシーの策定・実行を進めてきた
 - FIT制度の実行
 - カリフォルニア州における分散型エネルギー資源計画の策定
 - マイクログリッドプロジェクト

企業名	The Clean Coalition
住所	SANTA BARBARA, CA MENLO PARK, CA DENVER, CO
設立	2011年
事業エリア	アメリカ
事業分野	クリーンエネルギープログラムとポリシーの策定・実行

(参考)近年の取組事例



2020年10月30日

- ✓ The Clean Coalitionによるフィージビリティスタディに基づき、カリフォルニア州カマリロ市において、5つのクリティカルな施設に対するソーラーマイクログリッドの導入を進めることが承認された



2020年9月28日

- ✓ The Clean Coalitionによるフィージビリティスタディに基づき、サンタバーバラの一貫教育を行う施設区域において、ソーラーマイクログリッドの導入を進めることが承認された

出所：The Clean Coalitionのウェブサイト等を基に日本総研作成

The Clean Coalition サポートメニュー

- The Clean Coalitionでは、マイクログリッドの方法論や、レジリエンスの定量評価、モデル活用の支援に加え、太陽光発電のポテンシャル調査、FIT制度に基づく再エネ導入プログラム等、幅広いサポートメニューをそろえている。

<p>【マイクログリッドの方法論の提供】 Community Microgrid Initiative</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コミュニティを問わず、地域の再生可能エネルギーを最適利用する標準的な方法論を提供する ✓ これにより、クリティカルな施設に対し、再生可能エネルギーによるバックアップ電源の確保を行う ✓ 以下の主要事例の通り、多数の実績がある <ul style="list-style-type: none"> ➤ Goleta Load Pocket Community Microgrid ➤ Residential Solar Microgrid ➤ Montecito Community Microgrid Initiative ➤ North Bay Community Resilience Initiative ➤ Calistoga Community Microgrid Initiative ➤ Valencia Gardens Energy Storage Project ➤ Hunters Point Community Microgrid Project ➤ Long Island Community Microgrid Project
<p>【マイクログリッドにおけるレジリエンスの評価支援】 VOR123: Value-of-resilience</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ マイクログリッドを、経済的観点で分析し、レジリエンスの価値を定量的に評価する支援を行う
<p>【マイクログリッドモデルの活用支援】 Peninsula Advanced Energy Community</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Advanced Energy Communityは、分散型エネルギー資源、低排出量・ネットゼロのビル、非常時用太陽光マイクログリッド、EV用充電設備等で構成される現代的な電力システムモデルであり、このモデルの活用を支援する
<p>【太陽光発電のポテンシャル調査支援】 Solar Siting Surveys</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電力会社や電力関連企業、都市、コミュニティに対し、地域的な太陽光発電のポテンシャルを調査する支援を行う
<p>【FIT制度に基づく再生可能エネルギー導入評価・設計・実行プログラムの提供】 Feed-In Tariffs and CLEAN Program Guide</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コミュニティや地域の電力会社が、FIT制度に基づき、地域的な再生可能エネルギーを、評価・設計・実行するプログラムを提供する

出所：The Clean Coalitionのウェブサイト等を基に日本総研作成

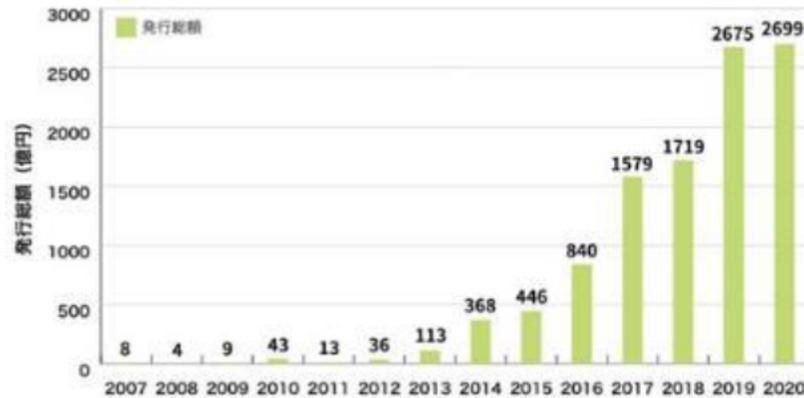
① 海外の電力ネットワークを取り巻く環境の変化

(3) 諸外国におけるESG投資、SDGs関係の動向

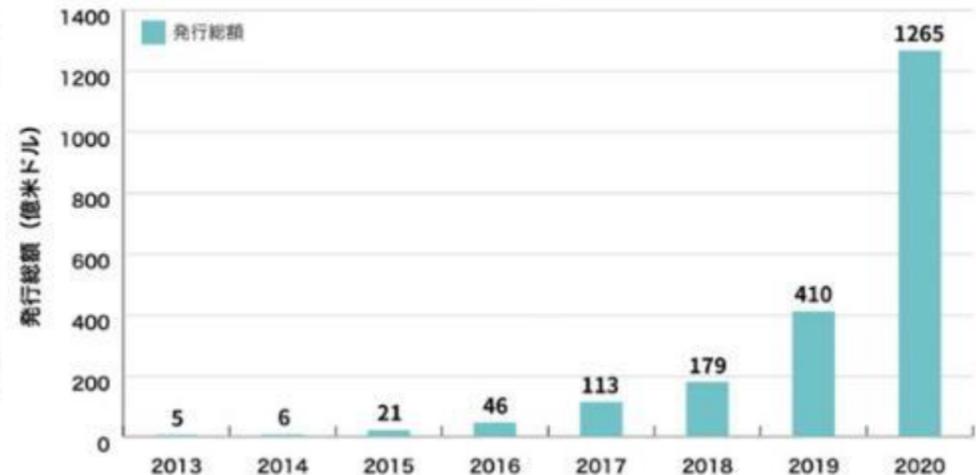
ESG金融の拡大 | グリーンボンド、サステナビリティボンドの拡大

- ESG投資の対象とされるグリーンボンドやサステナビリティボンドの発行額は年々増加傾向にある。
- 調達した資金の充当先はエネルギー関連に限らず、近年は建物や交通、水といった幅広い分野へ充当されている。

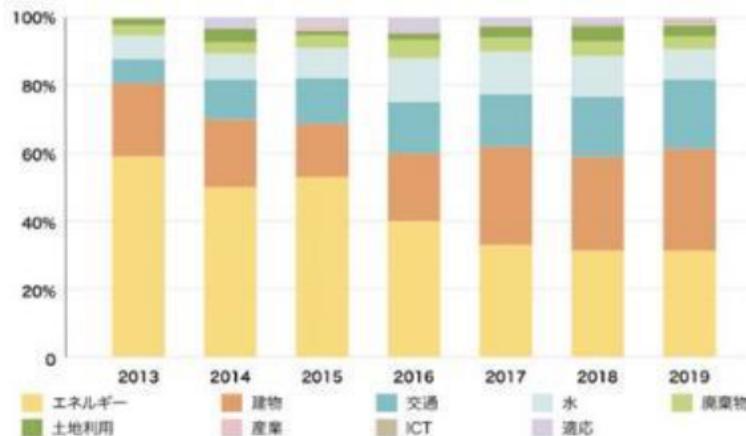
世界のグリーンボンド発行額推移



世界のサステナビリティボンド発行額推移



調達資金の充当対象別の発行実績



サステナビリティボンドとは

調達資金全てがグリーンプロジェクトやソーシャルプロジェクト（ポジティブな社会的成果を生ずるプロジェクト）の初期投資又はリファイナンスのみに充当され、かつ、「グリーンボンド原則」と「ソーシャルボンド原則」いずれか一方又は両方の4つの核となる要素に適合する債券

出所：環境省「グリーンファイナンスポータル」を基に日本総研作成

ESG金融の拡大 | 融資（ローン）分野におけるESGの動き

- これまで債券（債券）がメインであったが、融資（ローン）分野においてもESGの動きが拡大しており、グリーンローンやサステナビリティ・リンク・ローンといった新たなローンメニューが増加している。

世界のグリーンローン組成額推移



グリーンローンとは

企業や地方自治体等が、国内外のグリーンプロジェクトに要する資金を調達する際に用いられる融資であり、具体的には、①調達資金の用途がグリーンプロジェクトに限定され、②調達資金が確実に追跡管理され、③それらについて融資後のレポートを通じ透明性が確保された融資

世界のサステナビリティ・リンク・ローン組成額推移



サステナビリティ・リンク・ローンとは

借り手が野心的なサステナビリティ・パフォーマンス・ターゲット（SPTs）を達成することを奨励するローンです。具体的には、①借り手の包括的な社会的責任に係る戦略で掲げられたサステナビリティ目標とSPTsとの関係が整理され、②適切なSPTsを事前に設定してサステナビリティの改善度合を測定し、③それらに関する融資後のレポートを通じ透明性が確保されたローン

出所：環境省「グリーンファイナンスポータル」を基に日本総研作成

政府 | 欧州の動き | EUサステナブルファイナンス・アクションプラン

- 欧州委員会はサステナブルファイナンスについて検討を進めるハイレベル専門グループ（HLEG）を設置し、今後どのようにサステナブルファイナンスを進めるべきか議論。2018年には10項目からなるアクションプランが発表された。

10のアクションプラン

アクション	検討の概要
①サステナブル活動のEU分類システムの確立（タクソミー）	タクソミーの6つの環境目的のうち、気候変動の緩和及び適応に関する詳細を検討しており、2020年3月に最終報告書を公表
②グリーン金融商品の基準及びラベルの創設	2020年3月にグリーンボンド基準のユーザーガイドを公表 エコラベルについては、基準案が2019年12月に公表
③サステナブルプロジェクトへの投資促進	14種類に分かれていたファンドを統合してInvestEUファンドを設立 グリーンディール政策を支える金融政策として、グリーンディール投資計画が出された
④投資アドバイスの際のサステナビリティの組み込み	顧客にアドバイスを行う際、顧客のESG選好を考慮することを求めるため、第二次金融商品市場指令（MiFID II）および保険販売業務指令（IDD）の修正案が公表
⑤サステナビリティベンチマークの開発	2019年12月にベンチマーク規則が採択され、詳細検討の後委任法を制定予定
⑥格付け及び市場調査におけるサステナビリティの統合	2019年7月に欧州証券市場監督局（ESMA）が、信用格付会社によるESGも含んだ情報開示に関するガイドラインを公表
⑦機関投資家及びアセットマネジャーの義務の明確化	2019年11月、機関投資家およびアセットマネジャーによるサステナブル投資およびサステナビリティリスクに関する開示についての規則が公表
⑧健全性要求へのサステナビリティの取り込み	2019年に自己資本規制が改正され、大規模上場銀行は2022年以降にESGリスクの開示義務化、2020年にはストレステストを実施
⑨サステナビリティ情報開示の強化及び会計基準の策定	2019年6月に気候関連情報開示ガイドラインが公表 グリーンディール政策ではNFRDの改訂を検討することも表明
⑩サステナブルコーポレートガバナンスの促進及び金融市場における短期主義の抑制	2019年12月に各監督機構（ESMA、EBA、EIOPA）が調査結果の報告および提言を公表

出所：各種情報を基に日本総研作成

政府 | 欧州の動き | タクソミー | 概要

- タクソミーとは環境面における持続可能な経済活動に該当する活動の分類を指す。
- 該当するかどうかは、6つの環境目的の1つ以上に該当し、いずれにも重大な害がなく、経済活動ごとに設定された基準をクリアできるかどうかで決まる。

6つの環境目的

- ① 気候変動の緩和
- ② 気候変動の適応
- ③ 循環経済・廃棄物抑制・リサイクル社会への移行
- ④ 水資源と海洋資源の持続可能な利用と保全
- ⑤ 汚染の防止と管理
- ⑥ 健全なエコシステムの保全

※タクソミーの対象はグリーンなものだけでなく、今後低炭素化されていくもの（ブラウンなもの）も含む

※ESGにおける“E”から議論が始まっているが、今後“S”の項目にも議論が進む予定

タクソミーの主な用途

【投資家】

金融商品について、環境面で持続可能な経済活動に投資した割合の開示が可能となる

【企業等】

環境面で持続可能な経済活動の割合の開示が可能となる

- 製品又はサービスから得られる売上の割合
- 資産又はプロセスに関連する資産的支出・運営費用の割合

選定基準（例）

【発電】

- ライフサイクル排出量が100g CO₂e/kWh以下（5年ごとに引き下げ、2050年までに0g CO₂e/kWhとする）

【乗用車】

- 2025年まではWLTPモードで50 g CO₂/km以下（2026年以降は0g CO₂/kWhとする）
- 水素自動車、燃料電池自動車、電気自動車はすべて適格

出所：欧州委員会資料、環境省資料を基に日本総研作成

政府 | 欧州の動き | タクソミー | 対象活動

- タクソミーの対象となる経済活動は以下の通り。

気候変動関連タクソミーの対象となる活動

セクター		気候変動の緩和及び気候変動への適応のための活動（例）
気候変動緩和活動	農業・林業	植林、森林再生・保全・管理、農業
	製造業	再エネ機器製造、低炭素車・部品の製造・インフラ整備、ビルの省エネ機器製造等、鉄鋼・アルミニウム・セメント・水素・化学品の製造
	エネルギー	発電（地熱・水力・太陽光・風力発電、海洋エネルギー発電、集光型太陽光発電等）、電熱供給、熱供給、送電・配電・貯蔵
	運輸	陸運（鉄道、自家用車・商用車）、内陸用の水運
	建設・不動産	新築、既存建築のリノベーション、敷地内での再エネ設備導入
	水・廃棄物	上水、下水、廃棄物管理、浄化活動、CCS(注)
気候変動適応活動		広範なシステムの改良/復元に資する活動（R&D、送電網強化、気象監視/予測システムの開発等）

欧州議会は、「原子力及び化石燃料由来のエネルギーは除外すべき」との提案を可決
 →ガス火力は認められた一方、石炭火力は除外。原子力発電については態度保留としている

政府 | 欧州の動き | 情報開示制度

- EUでは、企業の気候関連情報等を投資判断の材料として加えるため、2014年に非財務情報開示指令 (NFRD)、2017年に非財務情報ガイドラインを公表。さらに、2019年6月、気候関連情報開示ガイドラインが公表された。

機構関連情報開示ガイドライン

- EUの企業が**NFRDに準拠すると同時にTCFDの提言の内容も開示できることを目的**としたものである。
- ガイドラインでは、NFRD対象企業約6000社に広く活用されることを目的に、**推奨する開示内容は、13の開示推奨項目と10のKPIに限定**している。
- ガイドラインは**強制力を持たない**。

【近年の動き】

- 2019年冬に欧州委員会が公表したグリーンディール政策では、気候・環境関連の開示を拡充し、サステナブル投資を促進するために2020年中にNFRDの改定を検討することを表明。

非財務及び多様性情報の開示に関する
改正指令 (NFRD)

非財務情報ガイドライン (NBGs)

気候関連情報開示ガイドライン

政府 | 欧州の動き | ベンチマーク

- EUでは、低炭素社会分野への投資を促すため、新たな気候ベンチマークの開発および全ベンチマークを対象としたESG開示について検討を行っており、以下2つの気候ベンチマークを開発。

新たな気候ベンチマーク

最低基準（抜粋）	Climate Transition ベンチマーク	EU Paris-aligned ベンチマーク
投資ユニバースと比較した排出原単位削減	30%	50%
除外規則	なし	あり（武器、社会的基準（人権等）違反、たばこ関連事業）
除外活動	なし	<ul style="list-style-type: none"> 石炭（収益の1%以上） 石油（収益の10%以上） 天然ガス（収益の50%以上） ライフサイクル全体で100gCO₂e/kWh超のGHGを排出する電力事業（収益の50%以上）
エクスポージャー	気候変動に大きくさらされているセクターへのエクスポージャーがマーケットベンチマークと同じかそれ以上	
対前年度比の脱炭素比率	排出量原単位が毎年対前年度比の年間平均最低7%減少（1.5℃シナリオと整合）	
連続2年間基準を満たさなかった場合	即時にベンチマーク資格を失う	

※「ベンチマーク」とは、金融商品または金融契約に基づいて支払われる金額、または金融商品の価値を基準にして決定される指標、または、指数のリターンを追跡すること、またはポートフォリオの資産配分を定義すること、または履行手数料を計算することを目的として、投資ファンドの業績を測定するために使用される指数を意味する。

出所：欧州委員会資料、環境省資料を基に日本総研作成

政府 | 欧米各国の動き | 環境イノベーションへのファイナンス

- 米民間組織のBreakthrough Energyは、**米国のグリーンエネルギー・イノベーションの現状・課題・今後の展望を分析したレポートを発行**。23の潜在的な技術について、短・中・長期におけるR&D活動や商業化の初期目標をマッピングしている。英国は、産業エネルギー転換ファンドを立ち上げ、2020年夏から申請受付予定。

米国の動き



- 米民間組織のBreakthrough Energyは、米国のグリーンエネルギー・イノベーションの現状・課題・今後の展望を分析したレポートをとりまとめている（前DOE長官が共同議長）。23の潜在的な技術について、短・中・長期（2025年・2035年・2050年）におけるR&D活動や商業化の初期目標をマッピングしている。（図1）
- 上記レポートは、以下2点のイノベーション投資上の課題を指摘。①**エネルギー産業は、売上げに占める研究開発費率が、イノベーションによる産業変化が継続的に起きている情報産業やライフサイエンス産業（平均6%、14%）に比べて、平均1%と低調**。②高資本集約型、コモディティビジネス、高い安全性・リスク低減要求（レピュテーションコスト）などのエネルギー産業特性が、イノベーションへの民間投資を低調にしている可能性。（図2）
- また、米国におけるグリーンエネルギー・イノベーションへのファイナンス供給主体は、技術開発段階によって異なっているとの調査結果がある。（図3）

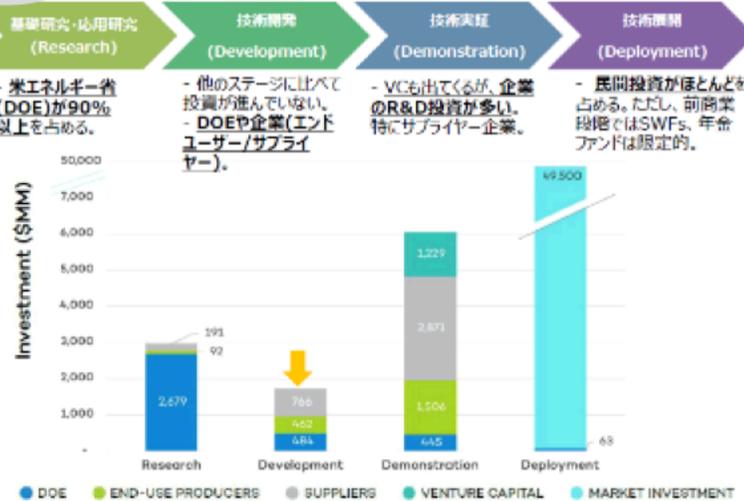
図1 エネルギー産業の特性

- 高資本集約型産業（設備資本、技術開発的要素のサプライチェーン）
- エネルギー 最終製品の製造化は比較的早く、コストを低減しやすい
- 信頼性と安全性が根本的価値
- 前期（研究・開発）と後期（レピュテーション）の両方
- 米国の化石燃料（石油・天然ガス）の供給は、エネルギーの安定性を確保する上で重要な役割を担っている
- 環境的課題を認識
- 国策を規制・不確実な政策環境

図2 革新的技術のロードマップ

- ① 蓄電池技術
- ② 先進的な電子デバイス
- ③ 産業化が困難なセクターとしての産業及び建物の技術的応用
 - ・ 水素
 - ・ 先進的な製造技術
 - ・ ビル・エネルギー効率
- ④ システム：送電網の近代化とスマートグリッド
- ⑤ ティー・製造業化：大規模な炭素回収システム
 - ・ 大規模なCCUS
 - ・ 太陽光の燃料製造（Sunlight to fuels）
 - ・ 生物学的隔離（Biological sequestration）

図3



英国の動き



- 英国は、「産業エネルギー転換ファンド（Industrial Energy Transformation Fund：IETF）」を立ち上げ、2020年夏から申請受付予定。
- 産業プロセス全体のエネルギー効率化・需要削減、産業用の炭素回収技術や低炭素燃料への切り替えなど大規模な実証等を支援。

ファンド名	IETF
設立年	2018
ファンド規模	合計：3億1500万ポンド(2020~2023/24) フェーズI：3000万ポンド(2020~) フェーズII：2億8500万ポンド(2021~)
資金使途	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率化に資する技術の普及 産業プロセス全体を通じたエネルギー効率化及びエネルギー需要の削減を促す技術の展開を支援 脱炭素関連技術の実証 産業用の炭素回収技術や低炭素燃料への切り替え及び資源効率性の向上に資する大規模な実証を支援 実現可能性調査及びエンジニアリング・設計の研究 上記2つの技術を活用するプロジェクト等の技術的及び経済的評価を支援し、意思決定者に十分な情報を提供 キャパシティービルディング 企業が実現可能性等調査やプロジェクトを実施するために必要な技術的専門知識を欠いている場合に支援

参考.環境イノベーションへのファイナンスに関する各国動向

- 近年、仏、中など他国において、産業政策として、ポテンシャルの高い技術やイノベーションの有望市場を特定し、優先的に研究開発・市場育成拡大のために、資金投入・支援を検討する動きが出てきている。



仏政府の動き

- 仏政府は、2025-30年にエコロジー・エネルギー移行に対応する非連続テクノロジーの開発とともに、大きな雇用創出が期待できる5つのテーマを2019年秋に特定。
- 専門家グループに対して欧米各国のカーボンニュートラル等の取組① 環境イノベーションへのファイナンス、仏が競争力を持ちうる10の有望市場を特定するよう要請。
- 2020年2月7日に提出された報告書には、10の戦略的市場として、エネルギー・システム向け水素、産業の脱炭素化（製鉄・セメント産業用の脱炭素化技術、CCUS、電動化）、「高性能」複合材料の低環境負荷生産が含まれている。
- 今後、仏政府は同報告書を踏まえて優先的に支援する技術市場を決定し、支援措置と合わせて発表予定。



中国政府の動き

- 中国政府は、2015年5月、重点10産業等を選出した「中国製造2025」を策定し、10年間で総額8兆元（約130兆円）の資金投入を計画。
- 2015年以降、政府出資を受けた「中国製造2025」に基づく産業投資ファンドが急増。
- 2018年1月には、国内外の技術革新や製造業の変化を踏まえた更新版を公表。重点10産業を23分野に細分化（省エネ・新エネ車等を更新）するとともに、2020年・2025年・2030年までのロードマップを策定。

出所：各種資料を基に日本総研作成

政府・金融機関 | 欧州の動き | トランジション・ファイナンス

- 高炭素排出業種においては、即座にグリーンへの移行が難しく、欧州を中心に広がっているトランジションの考え方が重要となる。金融関係者からこれまで複数のガイドラインやレポートが公表されている。

トランジション・ファイナンスに関するガイドライン・枠組み（例）

Financing brown to green: Guidelines for Transition Bonds

10 June 2019

To Takatsuki, Head of ESG Research and Active Ownership

JuLien Foll, Responsible Investment Analyst



Financing the fight against climate change needs to shift up a gear and evolve. Since the introduction of green bonds, capital markets have made great strides in recent years to ensure that investment capital can fund projects mitigating global warming. But this is not enough - more needs to be done.

At AXA Investment Managers, we are aiming to do more - we are calling for the establishment of a new type of bond, distinct from green bonds, which we are calling "transition bonds".

While green bonds are intended for issuers to use the proceeds to finance environmentally-friendly projects, we see a significant gap where investors could step in and deliver real impact for companies which are not yet at this stage.

There is an opportunity to provide finance to companies, which are "brown" today but have the ambition to transition to green in future. This includes firms that are not able to issue green bonds today, due to a lack of sufficiently green projects for which they can possibly use bond proceeds.

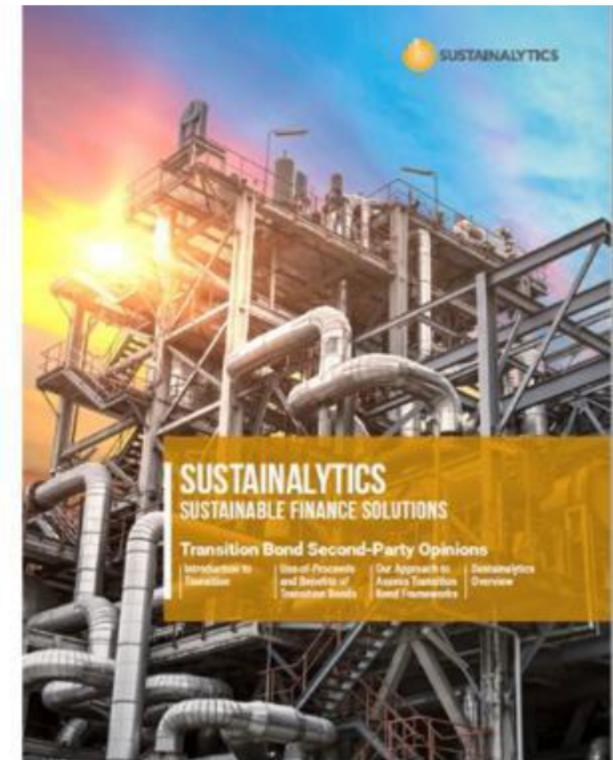
Transition bonds are intended to provide financing for such companies i.e. most businesses in the world today. We believe that this new form of financing can play a vital role in supporting the transition to a low carbon society.

The guidelines that we set out here are not the finished article but are intended to kick-start a dialogue between issuers, investment banks, investors, policy makers and wider stakeholders.

We want to be at the centre of this dialogue and welcome your views. These guidelines represent part of our effort, to take the lead in establishing a new market for transition finance.



Sustainalytics 「Transition bond second opinion」 (2020年6月)



CBI/クレディスイス「Financing credible transition s」 (2020年9月)

AXA 「Transition bond guidelines」 (2019年6月)

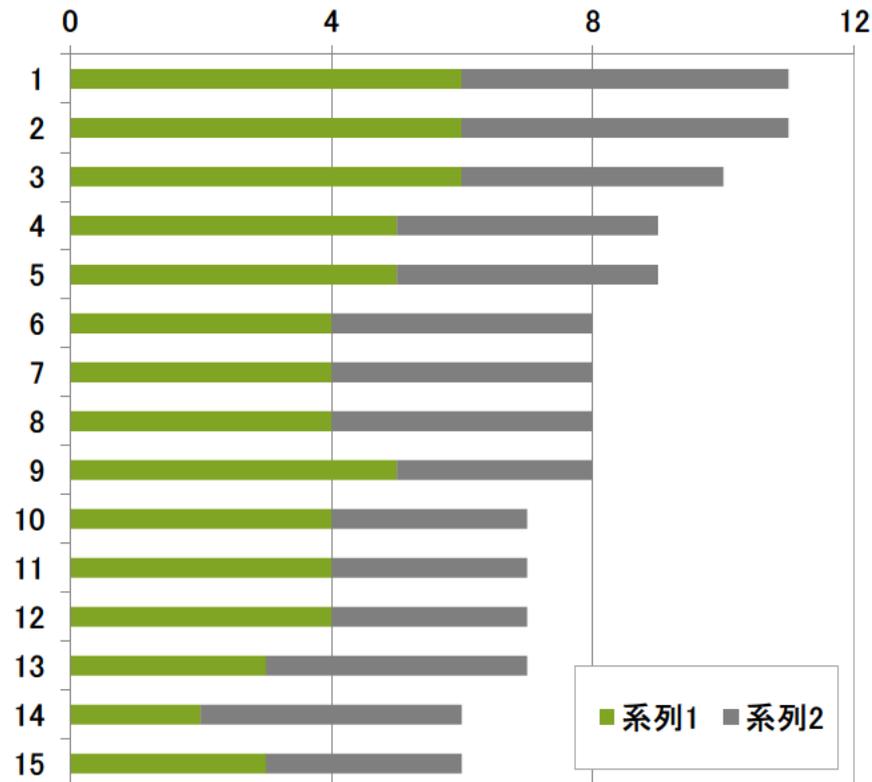
金融機関 | 証券会社におけるESG金融商品の認識（特に日本国内において）

- **投資家のESGリテラシー度合い**
 - ・ 個人投資家含め、投資家のESGリテラシーは低い
 - ・ 特にミレニアル世代や資産家は、**ESG金融商品に対して高い関心がある**
- **投資家の投資決定理由**
 - ・ 投資家のESGリテラシーは低いですが、**投資決定理由はパフォーマンスが中心**となる。
 - ・ 一方、災害などへの共感による投資行動も一部ある。
- **ESG金融商品の取り扱い状況**
 - ・ ほとんどの証券会社ではESG金融商品の取り扱いがある。
 - ・ ただし、**ESG金融商品はその他の商品と比較して規模が小さい**というコメントもあった。
- **ESG金融商品の販売体制**
 - ・ ESG金融商品は、リーフレットなどを活用して説明・宣伝している程度であり、これ以上の営業はあまり行っていない。
 - ・ ただし、証券会社内では営業担当の販売を盛り上げる活動を一部では行っている。
- **ESG金融商品の販売における課題**
 - ・ 投資家の主要な投資決定要因たるパフォーマンスにアプローチできていないことが、販売における主要な課題。
 - ・ なお、たとえばグリーンボンドは今後も力を入れていきたいものの、過去の苦い経験や国内債の発行額の小ささや、市況（低金利）も要因となって取り扱い額が伸び悩んでいるというコメントもあった。
- **その他（好事例や政府への期待）**
 - ・ 個人投資家のESG投資に向けて、証券各社からは税制優遇などの金銭的インセンティブの支援や、メディアなどを通じた「共感」の誘発が期待された。

企業 | セクター別のE(環境)・S(社会)リスク

- 格付会社のS&Pは、セクター別のE(環境)・S(社会)リスクを評価。
- CO2排出量が大きく、且つ業務の危険度等も総じて高いとみられる、①石油・ガス、②鉄・非鉄、③電力、④化学業界で、特にリスクが大きいと考えられており、次頁以降で、これらセクターにおける欧州企業の動向を取り上げる。
 ※G(ガバナンス)は格付に織込み済みである他、セクター別の違いは認識し難いこともあり、セクター別評価は実施されていない。

セクター別のE(環境)・S(社会)リスク (S&P)



※E・Sのそれぞれについて1~6の6段階で評価
 (1:リスクが最小、6:リスクが最大)

出所: Capital IQを基に日本総研作成

企業 | E（環境）に関する業種別リスク（例）

- E（環境）では、気候変動、天然資源の不足、環境汚染等への対策コストやレピュテーションリスク等が主要な問題（リスク要因）とみられています。その中でも、気候変動リスクに関連して、CO2や温室効果ガス排出量が多い鉄鋼、非鉄・鋳業、石油・ガス、電力業界等でのリスクが高いと評価されている。

Eに関する主要な問題

気候変動

- ✓CO2排出、温室効果ガス（GHG）排出規制
- ✓気温上昇に伴う災害、需要変動
- ✓座礁資産の発生

天然資源（資源不足など）

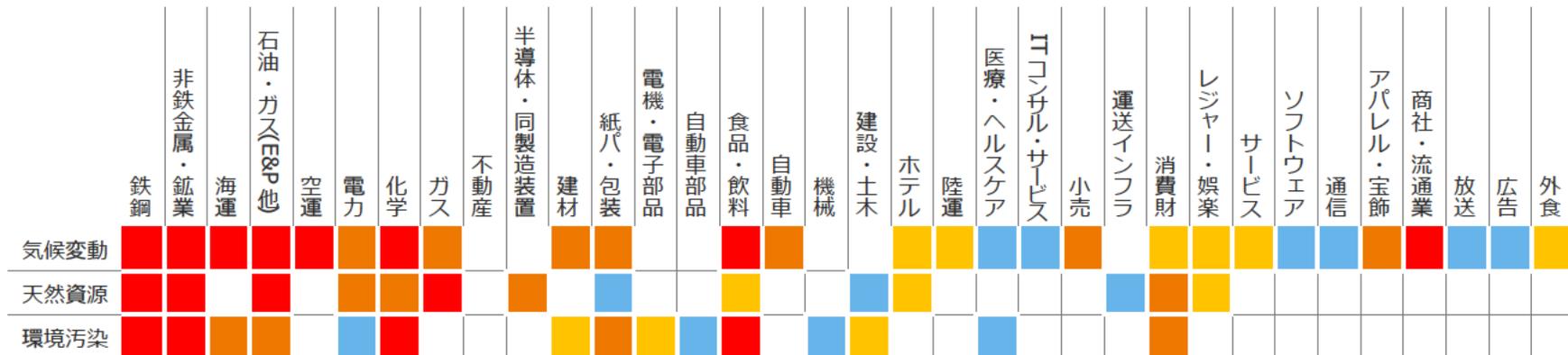
- ✓水
- ✓エネルギー・燃料
- ✓海洋資源・陸上資源

環境汚染

- ✓廃棄物（プラスチック等）
- ✓森林（パーム油等）
- ✓生物多様性（土地利用等）
- ✓有害物質
- ✓大気汚染
- ✓水質汚染
- ✓土壌汚染

Eに関する主要な問題のリスクマップ^①（業種別）

業種間の4分位相対評価 低 高



※同項目であっても用いる評価指標は業種により異なる。白抜き部分は、当該業種では評価対象となっていない項目を示す。

企業 | S（社会）に関する業種別リスク（例）

- S（社会）では、人的資源の確保に加えて、労働環境や製品・サービスの品質に関するレピュテーションリスク・訴訟リスク等が主要な問題（リスク要因）とみられている。一般的には、優秀な人材の確保や労働環境・安全性の観点から電力、ITコンサル、ソフトウェアなどが、リスクが高いと評価されている。

Sに関する主要な問題

人的資源

- ✓人権問題（児童労働、奴隷労働等）
- ✓労働の安全性
- ✓労働環境、労働マネジメント
- ✓人材不足
- ✓ダイバーシティ

製品・サービスの品質

- ✓製品・サービスの安全性
- ✓データセキュリティ、個人情報

その他

- ✓紛争メタル
- ✓クラスター爆弾
- ✓タバコ

Sに関する主要な問題のリスクマップ^①（業種別）

業種間の4分相対評価 低 高



※同項目であっても用いる評価指標は業種により異なる。白抜き部分は、当該業種では評価対象となっていない項目を示す。

企業 | 石油・ガス業界：石油メジャーのESG格付

- 石油メジャーのESG格付を比較すると、欧州勢の格付が米国勢対比高い傾向にある。
- 但し、欧州勢の中でもShell・BPは、CO₂排出削減や再エネ投資に関する目標設定が不十分といった理由からE項目の評価が低く、Total、Eniと比べるとESG格付は低位となっている。
 (注)要因は評価機関により区々ながら、欧州勢は何かのCO₂削減目標等を設定しているのに対し、米国勢はこうした目標を設定していない点も一要因とみられる。

石油メジャーのESG格付

社名	国	売上高 (18年、 百万ドル)	蘭Sustainalyticsの格付 (100が最高位、19年5月<Shellは18年3月>)				英CDPの格付 (18年)	
			E	S	G	総合	気候変動	水資源
Shell	英蘭	388,379	49	95	88	84	C	F
BP	英	297,220	60	74	94	80	F	F
Total	仏	184,106	97	96	81	97	A-	A-
Eni	伊	87,570	94	87	78	94	A-	B-
ExxonMobil	米	279,332	50	78	23	63	F	F
Chevron	米	158,902	36	60	13	43	F	F

※サステナリティ社：ESG評価機関。事業会社と積極的にコミュニケーションし、事業内容をよく理解した上で格付を付与していると評価する声が多い。

※CDP：E項目（気候変動、水資源、森林）に特化した評価機関。TCFDが提言する開示項目に沿って評価項目を定めており、投資家が最も重視する評価機関の一つ。

Aが最高ランクで、B・C・Dの順に評価が低下。Fは情報開示不十分で評価不可であることを意味する。

出所：Bloomberg、CDP、Capital IQを基に日本総研作成

企業 | 石油・ガス業界：社内CO₂価格を用いたシナリオ分析

- 欧州石油メジャー各社は、将来の排出権価格上昇や炭素税導入を見据えて「社内CO₂価格」を設定の上、シナリオ分析を行い、新規PJへの投資可否の検討や既存アセットの査定を実施。また、ESG格付の高いTotal・Eniは、Sustainable Development Scenarioに基づくシナリオ分析も併用し、既存資産の公正価値を試算・開示。
- 業種柄、気候変動による業績影響が大きいこともあり、シナリオ分析や開示は他業界対比進んでいる。

社内CO₂価格を用いたストレステスト

社名	本社	シナリオ分析の対象	シナリオ分析で用いる炭素税/排出権価格		Sustainable Development Scenarioの場合の財務影響
			\$/CO ₂ -t	備考	
Total	フランス	新規PJ	\$30-40	事業展開地域の炭素税・排出権価格がこれを上回る場合は同価格を使用	CO ₂ 価格が\$40の場合、 既存資産の公正価値が ▲5%低下
		全アセット	\$40	左記に加え、\$60・\$80でストレステスト実施	
Eni	イタリア	新規PJ及び 既存アセット	\$40	-	既存資産の公正価値 が▲4%低下
BP	英国	先進国の 新規PJ	\$40	左記に加え、\$80でストレステスト実施	-
Shell	英蘭	新規PJ	\$40	-	-

出所：Carbon Tracker Initiative、各社アニュアルレポートを基に日本総研作成

参考. Shell 最新動向・Project Reshape

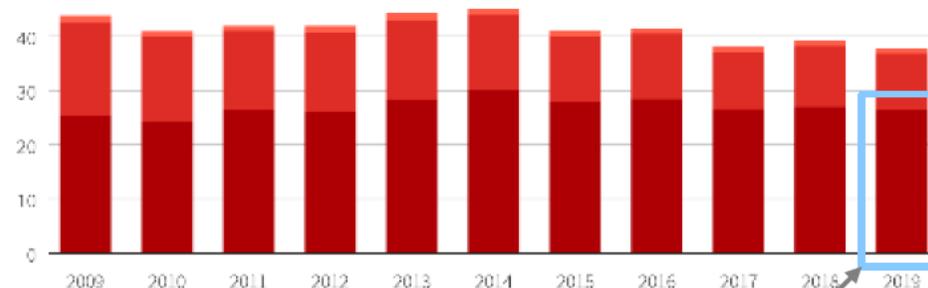
- エネルギー移行に加えコロナの状況に対応する為、Shellで大きな事業見直しを行うと報道されている。
 《基本内容》
 - 上流事業にあたる石油・ガス生産への支出を40%削減する
 - 下流事業にあたる45,000か所の給油所ネットワークのコストを削減する
 - 削減したキャッシュで再生可能エネルギーと電力市場により注力していく

事業分野	記事内容
上流事業	<ul style="list-style-type: none"> • 操業コストの削減 • 製油所の数の削減 (17か所→10か所 (予定)) (ハブとなる数カ所を除き売却中)
下流事業	<ul style="list-style-type: none"> • 給油所ネットワークからのコスト削減
その他事業	<ul style="list-style-type: none"> • 数千人の雇用削減、ボーナス停止
再エネ・電力事業	<ul style="list-style-type: none"> • 経済のクリーン化への対応のため電力部門に注力 • コスト削減により相対的に利益率の低い再エネ・電力部門の収益性改善

Shell's operating costs

Shell aims to sharply reduce its operating costs as part of a shift to low carbon energy

- Production and manufacturing expenses
- Selling, distribution and administrative expenses
- Research and development



Note: In billion of \$
 Source: Company results

設備投資240億ドルのうち大きな部分を占める、石油・ガス生産部門への支出の30~40%を削減することを目指している。

出所：<https://www.reuters.com/article/shell-costs/exclusive-shell-launches-major-cost-cutting-drive-to-prepare-for-energy-transition-idUSKCN26C0HS> を基に日本総研作成

企業 | 鉄・非鉄業界：気候変動リスクへの対応

- 非鉄業界では、生産工程におけるCO₂排出量が大きく、欧州大手各社においては、社内のCO₂価格を設け新規PJへの投資可否を判断する(但し、価格設定・検討内容等は非開示)、排気ガスや廃棄食品等から原燃料を生成する、といった取組がみられる。
- また、欧州ではCO₂排出に係るコスト負担が他地域対比重い中、欧州鉄鋼メーカーは、気候変動リスクへの対応が欧州事業者の競争力低下を促すとして、輸入鉄鋼品に対する炭素税賦課をEU当局宛に提案している。

鉄・非鉄大手のCDPスコアとCO₂排出量

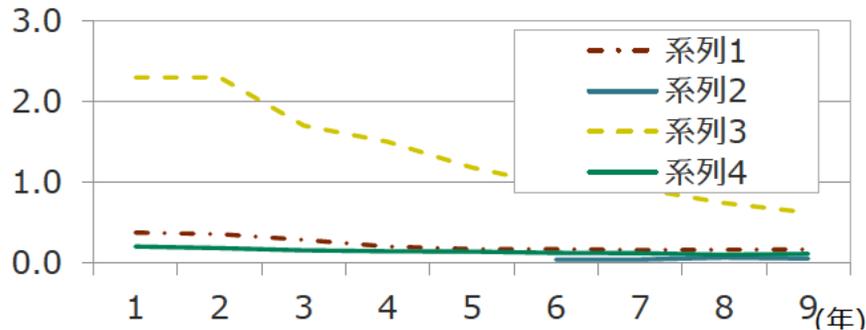
分類	会社名	国	売上高 (18年度、 百万USD)	CDP格付(18年)		CO ₂ 排出量 【Scope1・2】 (17年、百万t)	対売上高 (t/USD)	CO ₂ 排出量 【Scope3】 (17年、百万t)
				気候 変動	水 資源			
鉄	ArcelorMittal	ルクセンブルグ	76,033	B	B	194,000	2.8	14,000
	POSCO	韓国	58,368	B	A-	84,522	1.6	NA
	日本製鉄	日本	57,037	B	B-	90,600	1.7	NA
	Baoshan Iron & Steel	中国	44,554	F	N/A	NA	NA	NA
	thyssenkrupp	ドイツ	39,833	A	C	23,400	0.6	4,000
	JFEホールディングス	日本	35,763	D	B	61,300	1.8	13,907
	Vale	ブラジル	35,210	B	C	15,100	0.5	327,600
非鉄	Glencore	スイス	219,754	F	B	33,457	0.2	280,621
	BHP Group	豪英	44,158	A	F	16,300	0.4	584,900
	Rio Tinto Group	英豪	40,522	C	F	31,000	0.8	605,200
	Anglo American	英国	27,610	A-	A-	17,900	0.7	NA

出所：Carbon Tracker Initiative、各社アニュアルレポートを基に日本総研作成

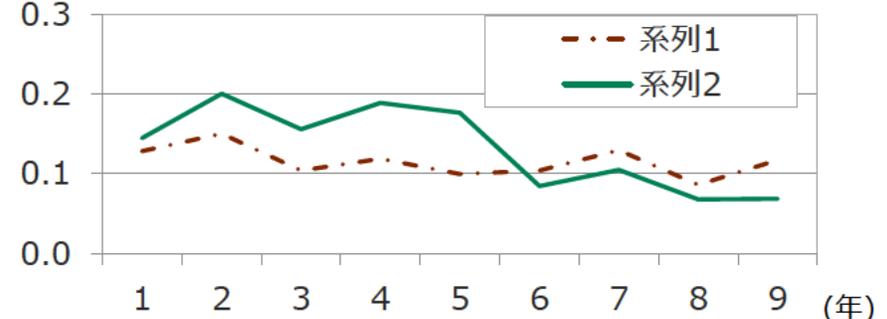
企業 | 鉄・非鉄業界：S（社会）リスクへの対応

- 鉄・非鉄業界では業務の危険度が高いことから、**ESG格付においては労働安全性等が重視される傾向にある**。労働安全性の評価指標としては事故発生率や従業員死亡率等が用いられ、鉄・非鉄大手はこれら指標を徐々に改善してきた。
- 19年初に発生したValeの鉱滓ダム決壊事故にかかるリスクについては、ESG格付への反映が不十分となってきた経緯があり、同事故発生後、**ESG格付機関は評価方法見直しを実施**。鉄・非鉄各社においては**リスク低減に向けた対応が求められている**。

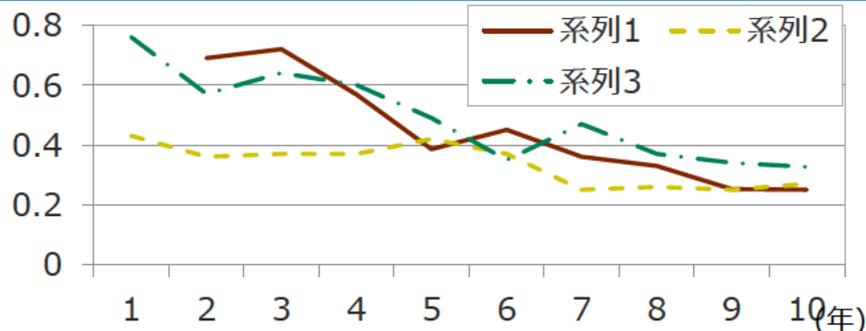
鉄大手の事故発生率(20万時間当りの件数)



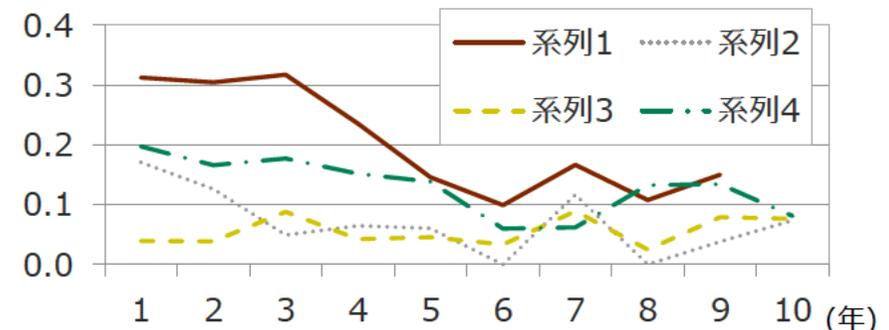
鉄大手の事故発生率(20万時間当りの件数)



非鉄大手の事故発生率(20万時間当りの件数)



非鉄大手の事故発生率(20万時間当りの件数)



出所：Carbon Tracker Initiative、各社アニュアルレポートを基に日本総研作成

企業 | 電力業界：電力大手のESG格付

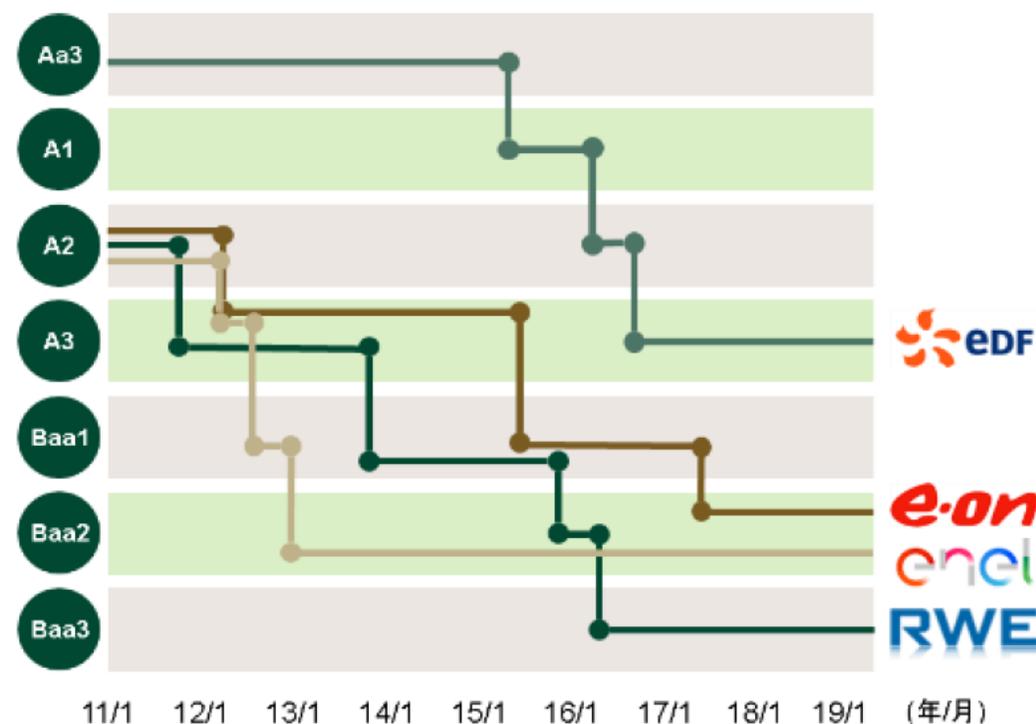
- 電力業界のESG格付では、CO₂排出量、再エネ利用割合、SOx等有害物質排出量等が重要な評価項目となっている。電力大手は再エネの利用割合等を引き上げてきたこともあって、気候変動リスクへの対応に関する評価は総じて高い。
- 再エネによる電力供給量増加に伴う従来型電源の稼働率低迷(採算悪化)等を背景に、欧州電力各社の信用格付は低下しており、低炭素経済への移行に向けた政策変更が信用力低下の一因となってきた。

電力大手のCDPスコア（2018年度）

(単位：百万ドル)

売上 順位	会社名	国	売上高	CDP格付	
				気候 変動	水 資源
1	Enel	イタリア	84,542	A-	B-
2	EDF	フランス	78,974	A	C
3	ENGIE	フランス	69,379	A	B-
4	東京電力	日本	55,091	B	B
5	Korea Electric Power	韓国	54,460	A-	F
6	Iberdrola	スペイン	40,160	A-	B
7	SSE	英国	38,249	A-	B-
8	Centrica	英国	37,835	A-	B-
9	Exelon Corporation	米国	35,985	A-	A-
10	E.ON	ドイツ	34,302	B	N/A
15	EnBW	ドイツ	23,723	B	F
17	Endesa	スペイン	22,445	A-	B
18	National Grid	英国	21,405	A	B-
19	Suez	フランス	19,843	A	F
22	EDP	ポルトガル	17,493	A-	B
27	RWE	ドイツ	15,380	D	C

欧州大手電力事業者の格付推移(Moody's)



出所：Caplital IQ、CDPを基に日本総研作成

出所：Capital IQを基に日本総研作成

企業 | 化学業界：化学大手のESG格付

- 化学業界では、各社の取扱製品が異なり、格付方法や比較先によって格付の序列が相違するケースが多くみられるものの、欧州最大手のBASFについては、多くのESG評価機関が高水準の格付を付与。
- 同社は、サステナビリティへの貢献度に応じて自社製品を分類した上で、貢献度の大きい製品に研究開発費を手厚く配分する一方、課題や重大な懸念のある製品については解決に向けた施策を実行するという戦略を掲げている点に特徴がある。

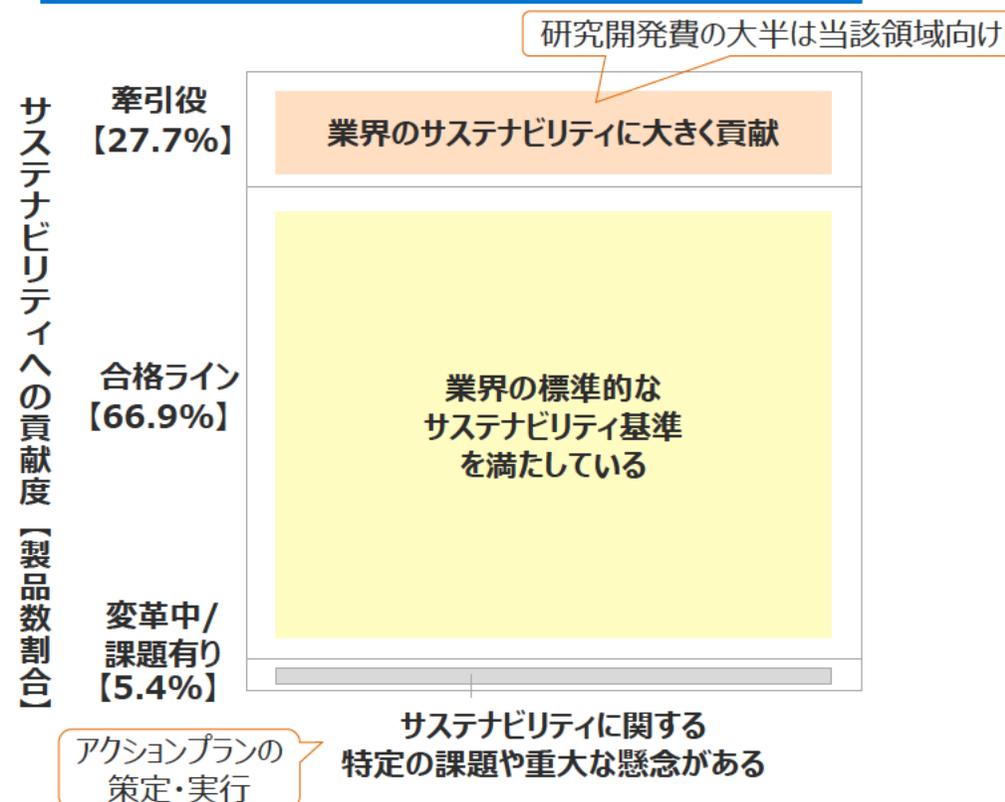
化学大手のCDPスコア（2018年度）

(単位：百万ドル)

社名	国	売上高	CDP格付	
			気候変動	水資源
DowDuPont	米	85,977	B C	D C
BASF	独	71,760	A	A-
三菱ケミカル	日	35,492	B	A-
東レ	日	21,550	B	B
住友化学	日	20,812	A	B
旭化成	日	19,545	A-	B
Evonik Industries	独	17,202	B	D
Covestro	独	16,735	F	F
Johnson Matthey	英	16,248	B	B-
Umicore	ベルギー	15,715	D	D

出所：Caplital IQ、CDPを基に日本総研作成

BASFのサステナビリティ戦略



出所：BASFアニュアルレポートを基に日本総研作成

企業 | 化学業界：サプライチェーンマネジメント

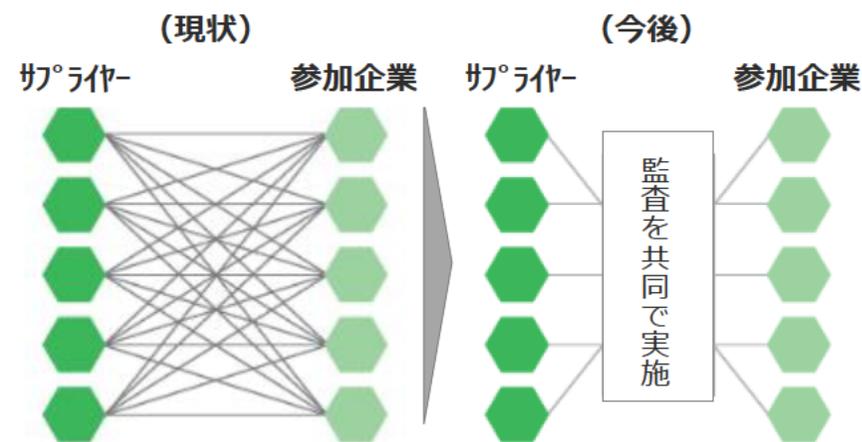
- 欧州化学大手は、サプライチェーン全体を通じた人権保護や環境保護を目的としてTogether for Sustainabilityを立上げ、サプライヤーに対する監査を共同で実施する体制を構築。
- ESG関連の開示規制の大半は上場大手企業向けとなっているものの、こうしたサプライチェーンマネジメントにより、非上場の中堅・中小企業においても、開示体制構築や環境負荷・社会負荷低減に向けた取組が重要となる見通し。

Together for Sustainabilityの参加企業



出所：Caplital IQ、CDPを基に日本総研作成

化学メーカーにおけるサプライチェーンマネジメント



10,566社についてオンライン評価実施
 ↓
 このうち、実地監査が必要な先を選定し、
 1,526社について実地監査を実施

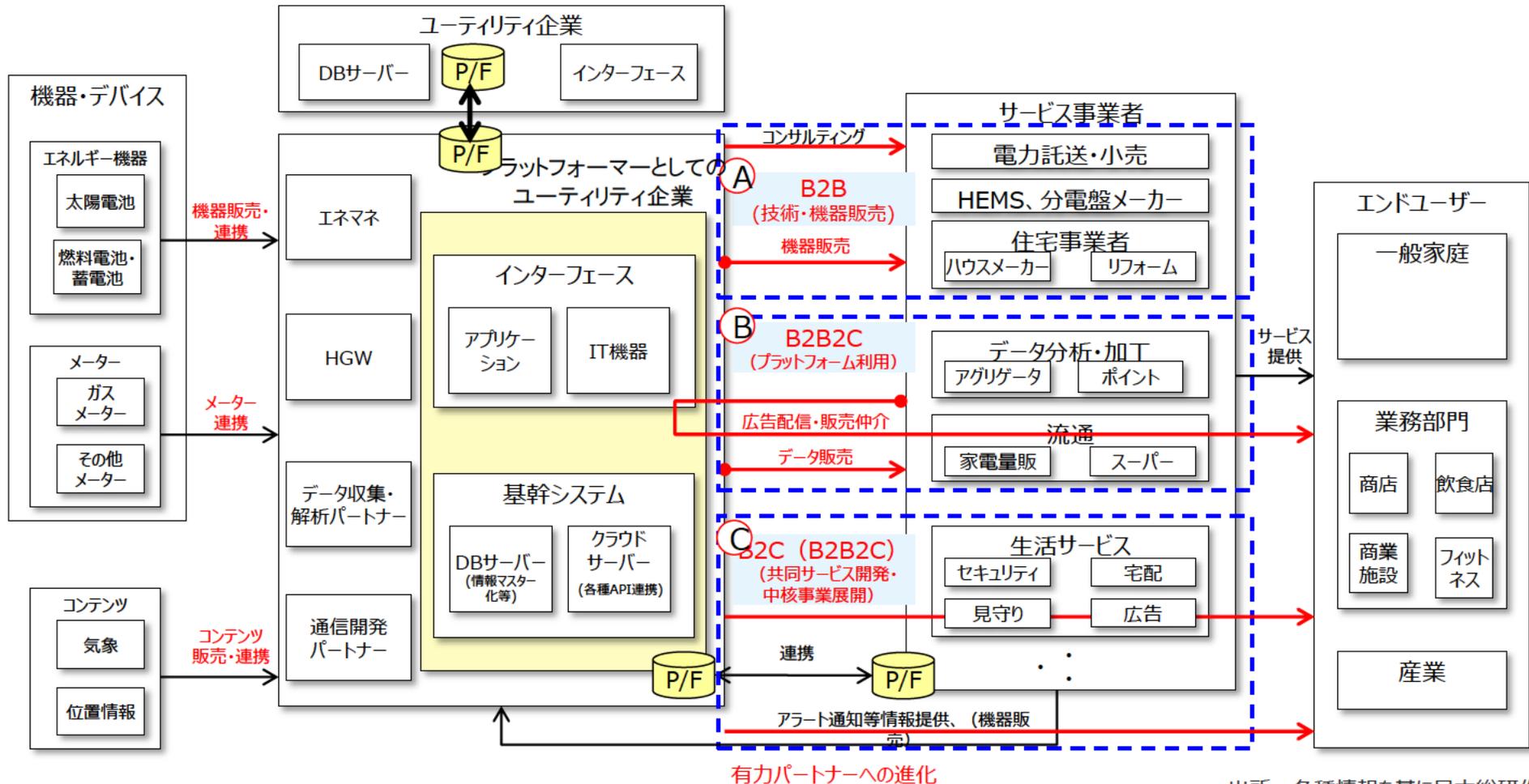
出所：Covestroアニュアルレポートを基に日本総研作成

② 国内外の電力産業の変化

- (1) 電力データ×X事業の検討
- a) 事業モデル・論点、ユースケース

電力×X事業モデルの全体像

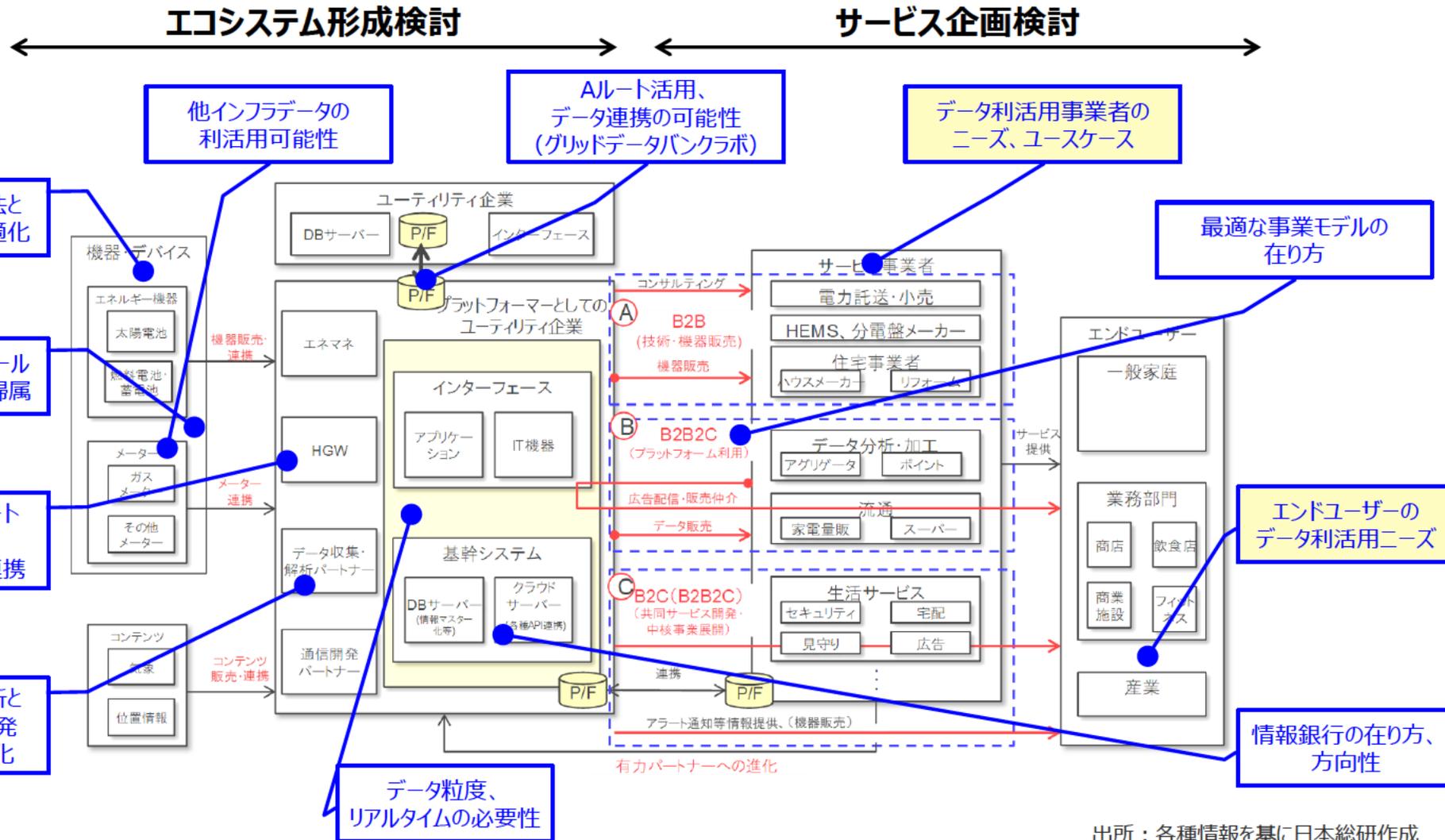
- データプラットフォーマーとしてのポジショニングを志向するユーティリティ企業は、電力×X事業モデル全体像を下記のように捉えていると理解している。



出所：各種情報を基に日本総研作成

電力×X事業モデルを検討する上での論点①

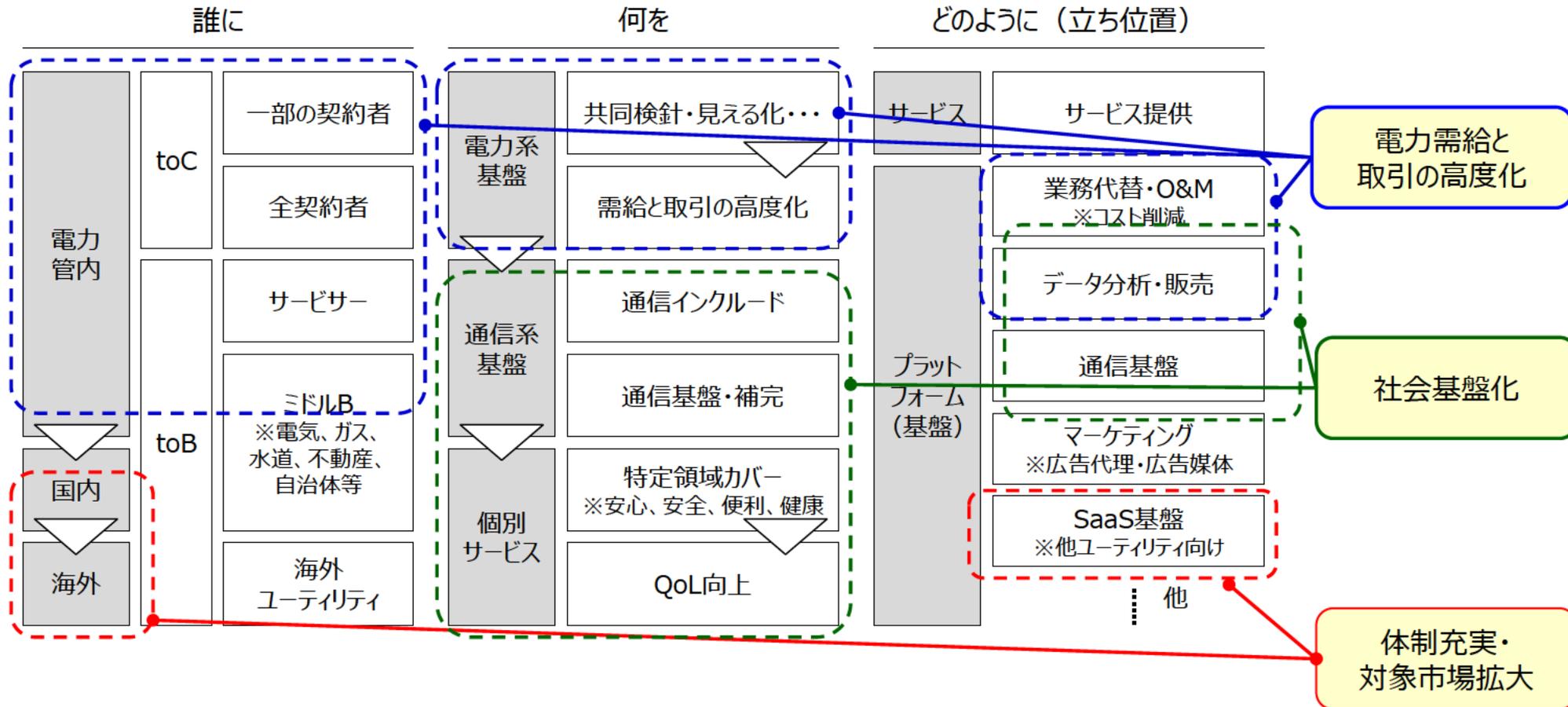
- 電力×X事業モデルを検討する上での論点として、以下のような項目が挙げられる。



出所：各種情報を基に日本総研作成

電力×X事業モデルを検討する上での論点②

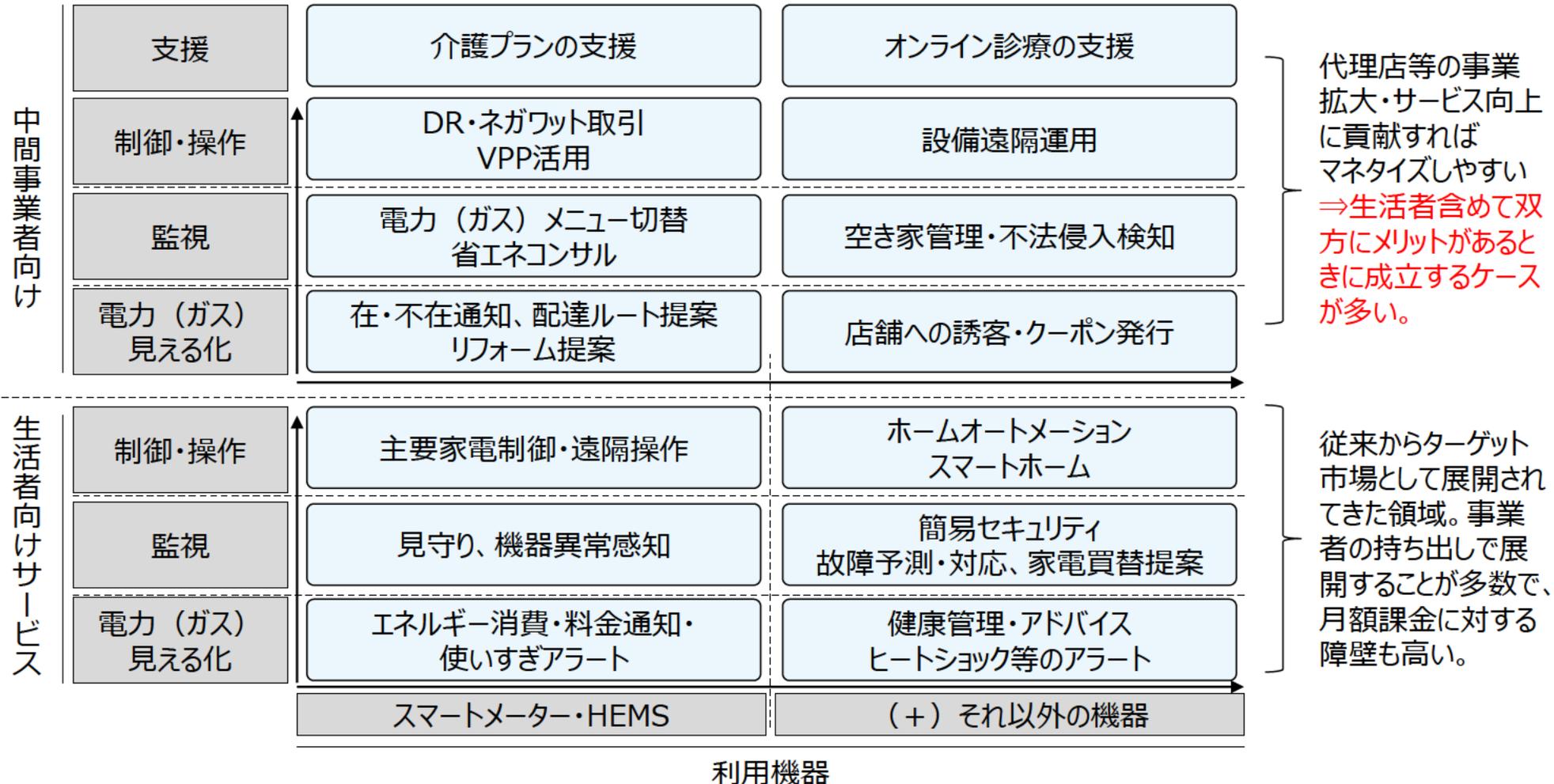
- スマメNWが敷設されることを想定すると、データ利活用にとどまらず、NW網を活用し、ビジネスモデル（誰に、何を、どのように提供）が多岐に広がると考えられる。



出所：各種情報を基に日本総研作成

電力×Xのサービス可能性 全体像

- 多数の事例を基に、電力×Xのサービス可能性をマッピングすると以下の通り。

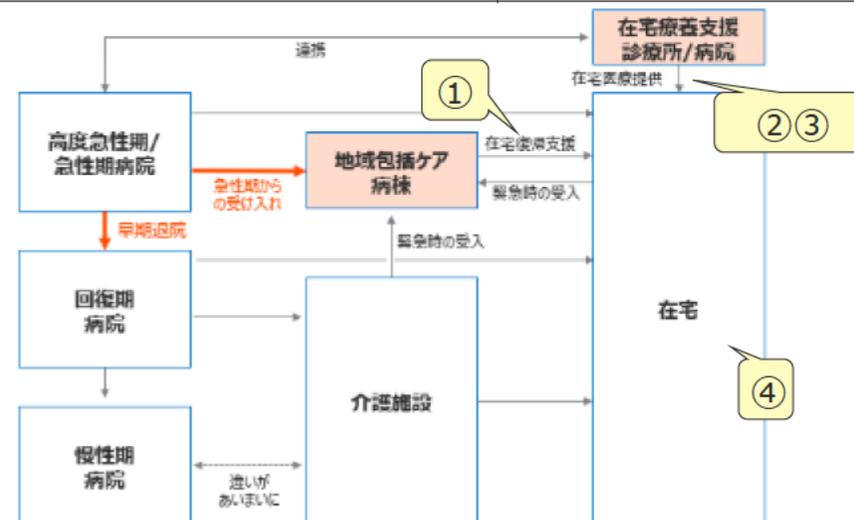


出所：各種情報を基に日本総研作成

他業種のニーズ（例）医療・介護事業者にとって有用とするバイタルデータ

- 医療・介護事業者が欲しいと考えるであろう生活データ例は以下の通り。
- しかし、生活データ取得の費用は誰が負担するのか、診療報酬・介護報酬上でメリットがあるのかという課題がある。

	どのような患者/高齢者の	このような情報が	誰にとって	どのような場面で役立つ
①	急性期退院直後の在宅患者の	睡眠・呼吸・心拍等データが	急性期の担当医師にとって	服薬PDCAを回すうえで役立つ
		体温等バイタルデータが	急性期病院にとって	再入院防止に役立つ
②	訪問/通所リハビリ中の在宅患者の	在宅での身体活動状況や自主トレーニング状況が	訪問/通所リハビリを担当する理学療法士等にとって	リハビリ計画の修正をはかる上で役に立つ
③	在宅終末期患者の	睡眠データ（眠りの深さや体動）が	在宅医療担当医師にとって	モルヒネによる痛みコントロールを実施する上で役立つ
④	意思疎通が難しい在宅認知症者の	生活データが	ケアマネジャーにとって	ケアプラン作成時に役立つ



出所：各種情報を基に日本総研作成

精緻な電力データ利活用のユースケース①

精緻な電力データ利活用のユースケースは、以下の通り。

	サービス名	サービス概要	情報提供先			利用データ	対象となる機器・情報
			エンドユーザ	サービス事業者	パートナー		
個データ	家電のレンタル	家電の利用頻度、稼動時間などに応じた課金性のレンタル	居住者			各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、テレビ、洗濯機など
	家電買取	頻繁には使われない家電の引き取り、引き取った家電は感応度の高い消費者へ新古品として提供	居住者			各家電の精緻な電力データ	美容家電、調理家電など
	家電利用状況のラベリング	家電の利用頻度、稼動時間などから、買取業者に家電の利用状況を可視化して提供する (リース事業の場合は、利用状況からリース残価を設定)		買取業者		各家電の精緻な電力データ	家電全般
	消費者への効果的プロモーション	次ページ（家電機器使用状況から推定できる情報）参照				各家電の精緻な電力データ	炊飯器などの日常使う家電全般

出所：各種情報を基に日本総研作成

家電機器使用状況から推定できる情報（例）

- 家電機器の使用状況を把握することで推定できる情報・セグメント等は、下記の通り。

家電	ディスアグリで分かる家電の挙動	推定される情報	想定されるセグメント	想定されるサービス事業
炊飯器	利用頻度少ない	家であまり食事しない パン派	外食が多い層	食品の配達、コンビニ（弁当）
	電力消費大きい	釜が大きい炊飯器を使っている →世帯人数多い、食べ盛りの男の子がいる	中学生、高校生	若い男性向け商品
洗濯機	夜間、休日の利用が多い	夜間、休日にまとめて洗濯する単身 or 共働き世帯	単身世帯 共働き世帯、DINKs	家事代行業者 部屋干し用洗剤
	平日昼の利用が多い	日中家に誰がいる（専業主婦？高齢者？） 大家族→洗濯物が多いため、平日も洗濯	高齢者、専業主婦 大家族	訪問販売 宅配事業者
テレビ	平日昼も視聴している	高齢者or子育て世帯	高齢者世帯 子育て世帯	子供向け商品
	深夜の視聴が多い	夜更かしする人、特に単身である可能性が高い	単身世帯 学生	若者向け商品 DVDレンタル
冷蔵庫	頻繁に稼働している	頻繁に冷蔵庫を開閉する 冷蔵庫に入れている物が多い	家で料理する層 家飲みする層	お酒等の託送 レシピ配信
	電力消費にあまり波がない	冷蔵庫をあまり使っていない（開け閉めしない） あまり家で料理しない	外食が多い層	食品の配達、コンビニ（弁当）
ドライヤー	消費電力が多い	女性（特に若い女性）がいる	女性	女性向け商品、化粧品の試供
ルーター	消費電力が多い	インターネットを長時間利用する	ネット依存度が高い層 自宅で仕事する人	仕事の斡旋ビジネス

出所：各種情報を基に日本総研作成

精緻な電力データ利活用のユースケース②

(続き)

	サービス名	サービス概要	情報提供先			利用データ	対象となる機器・情報
			エンドユーザ	サービス事業者	パートナー		
個データ	家電のパフォーマンス確認	使っている家電が、メーカーが想定している本来のパフォーマンスを発揮できているのか確認するサービス 故障・不具合の発見	居住者			各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、電子レンジ、テレビ、洗濯機など
	快適空間づくり	宿泊者に、自宅と同じ温湿度環境を提供		旅館 ホテル		各家電の精緻な電力データ	エアコンなど
	ホテル・旅館の設備状況提供	ホテル、旅館に導入されている設備の状況の把握。旅行代理店比較サイトなどへ情報提供		旅行代理店 比較サイト		ホテル、旅館の電化製品の精緻な電力データ	エアコン、テレビなど
	故障の予兆検知	利用している電化製品の、通常と異なる挙動を検知。故障の予兆の早期発見につなげる。	居住者 コンビニ店舗、飲食店オーナー			各電化製品の精緻な電力データ	冷蔵庫、エアコン、洗濯機など

出所：各種情報を基に日本総研作成

精緻な電力データ利活用のユースケース③

(続き)

	サービス名	サービス概要	情報提供先			利用データ	対象となる機器・情報
			エンドユーザ	サービス事業者	パートナー		
個データ	簡易セキュリティ	駆け付けなどは追加料金サービスとして、ディスプレイで実現できる簡易な見守りなどだけに内容を絞って安価にサービス提供	居住者	セキュリティ会社		各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、電子レンジ、テレビ、洗濯機など
	宅配における在不在情報提供	特にロボネコ、ドローン等で人の手を介さずに自動で配達を行う場合、電気による在不在の情報を提供		宅配会社		各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、電子レンジ、テレビ、洗濯機など
	行政サービスの代替	独居老人の生活に異常がないかや、生活支援の不正受給がないか（届出の世帯人数を考えると消費電力が大きいと疑わしい）の監視		行政		各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、電子レンジ、テレビ、洗濯機など
	保険会社への情報提供	生活パターンの把握から、死亡リスク、病気リスクを考慮した適正な保険料への反映。 電気自動車の充電時間から、自動車走行距離の推定により、自動車保険の保険料を算定。		生保・損保会社		各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、電子レンジ、テレビ、洗濯機、EVチャージなど

出所：各種情報を基に日本総研作成

精緻な電力データ利活用のユースケース④

(続き)

	サービス名	サービス概要	情報提供先			利用データ	対象となる機器・情報
			エンドユーザ	サービス事業者	パートナー		
個データ	利用者の次の行動サポートサービス	利用者が次に起こす行動をサポートする。例) 起きる時間に明かりがつく、帰宅時間に風呂が沸く、天気の良い日に洗濯機が動くなど	居住者			各家電の精緻な電力データ	電灯、制御系統、洗濯機など
	消し忘れ検知	家電の消し忘れを検知して、自動で消すサービス	居住者			各家電の精緻な電力データ	エアコン、電灯など
	不審者検知	自宅の防犯機能。家族以外の者がいるかを検知。	居住者			位置情報、音声	スマホのGPS機能、音声センサー
	電化製品の使い方サービス	家電の特徴からどういった使い方をすれば効率良く効用を得られるか、他の家と比べて電気の使い方に無駄が無いかを診断する 電気を浪費している家電の特定	居住者			各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、テレビ、洗濯機など マクロデータと比較
	家電買替時のコンサルティング	家電買換時に、現在の利用状況を鑑みて適切な購入商品の推奨	居住者			各家電の精緻な電力データ	冷蔵庫、洗濯機、エアコンなど

出所：各種情報を基に日本総研作成

精緻な電力データ利活用のユースケース⑤

(続き)

サービス名	サービス概要	情報提供先			利用データ	対象となる機器・情報	
		エンドユーザ	サービス事業者	パートナー			
エリアデータ	人材派遣	平日昼間の電力消費がある世帯の人員に、そのエリアで単発的なアルバイトをしてもらう エリアでの情報取得も可能であるので、その地域で稼働できそうな世帯がいるかを確認		人材派遣会社		各家電の精緻な電力データ	電灯、エアコン、テレビ等、各世帯の消費電力をエリアで把握
	エリアの特徴の情報提供	地域の消費電力の特徴から、その地域の特徴を推定 <ul style="list-style-type: none"> 平日昼間の消費が多いエリア→高齢者、就学前の子供が多 夜、土日の消費が多いエリア→共働き、単身が多 フランチャイズの出店計画などに活用してもらう		コンビニ飲食店		各家電の精緻な電力データ	電灯、エアコン、テレビ等、各世帯の消費電力をエリアで把握

出所：各種情報を基に日本総研作成

精緻な電力データ利活用のユースケース⑥

(続き)

	サービス名	サービス概要	情報提供先			利用データ	対象となる機器・情報
			エンドユーザ	サービス事業者	パートナー		
エリアデータ	工務店、リフォーム業者への情報提供	地域の建物の揺れやすさ、湿度の高さなど、一般的なの天気予報等の情報よりも細分化された情報でエリアでの建物の傷みやすさや耐震性の傾向の把握		工務店 リフォーム会社			加速度、温度、湿度
	建設会社向け情報提供	特定地域のマイクロ天気を温湿度で測定。作業現場の天気から作業実施可否が左右される建設現場などに情報提供		建設会社			温度、湿度
	盗難検知、ペット監視	(エネルギーゲートウェイがある程度普及した状態で) タグに付けた位置情報をエネルギーゲートウェイが拾い、自転車の盗難やペットの居場所を検知する	居住者			位置情報	GPS機能付きタグ

出所：各種情報を基に日本総研作成

② 国内外の電力産業の変化

- (1) 電力データ×X事業の検討
 - b) 国内動向

中部電力 地域型情報銀行サービス「MINLY(マインリー)」の実証

- 情報銀行の仕組みを活用し、パーソナルデータを安全安心に地域内に流通させることで、生活者の利便性向上や地域の活性化を目指す地域型情報銀行サービス「MINLY(マインリー)」の実証を、2020年3月上旬から愛知県豊田市で開始

地域型情報銀行サービス「MINLY(マインリー)」の概要

MINLY(マインリー)の概要

- 顧客の同意のもと、年齢・性別や興味関心、行動履歴・予定などのパーソナルデータを預託
- 提供先である豊田市内の約50のサービス事業者（地域のお店など）や約25の豊田市関連施設（市民文化会館など）から顧客に合った買い物情報、お得なクーポン、イベント情報などを受け取ることが可能
- 愛知県豊田市・豊田市つながる社会実証推進協議会の後援のもと実施
- 一般社団法人日本IT団体連盟から「情報銀行 P認定」を取得。認定を取得し、サービス提供を開始するのは日本初の試み

パーソナルデータの預託により得られるメリット

- アプリで豊田市内のサービス事業者や豊田市関連施設等の顧客に合った情報やクーポンを受け取れる

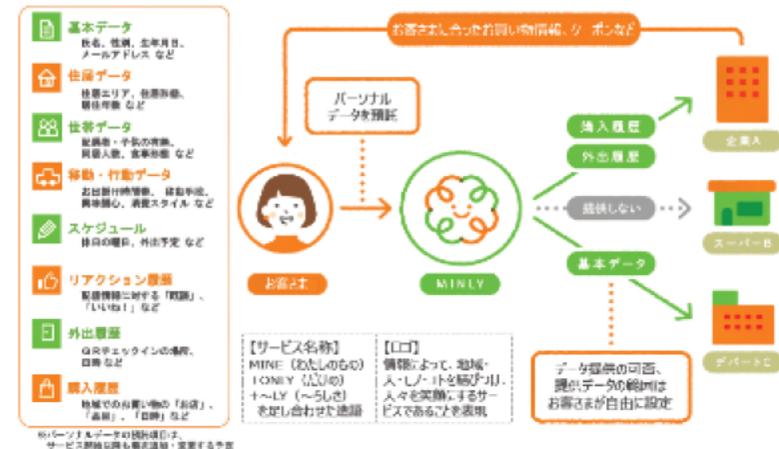
【受け取れる内容】

- イベント情報
- お買い物情報（キャンペーン情報）
- お得なクーポン

- アプリの利用で貯まるポイントでルーレットに挑戦し、結果に応じて地域のお店で特典が得られる引換券を獲得

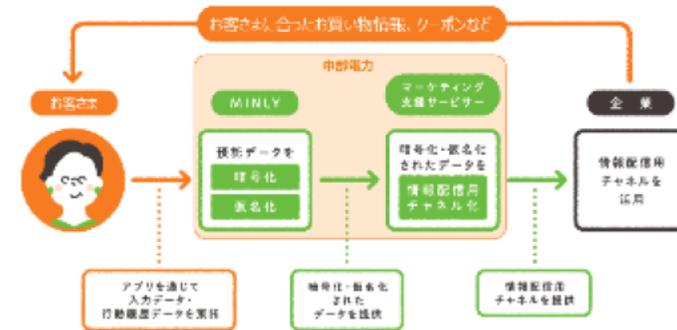
【ポイントの貯め方】

- パーソナルデータの預託
- 受信した情報に関するリアクション（既読、いいね、カレンダー登録）
- 外出履歴（QRチェックイン機能使用）など



安全・安心に利用可能な仕組み

- サービス事業者へ提供される情報は、提供先からは個人が識別できない属性情報
- 顧客は安心してパーソナルデータを預託可能



出所：https://www.chuden.co.jp/publicity/press/3272452_21432.html を基に日本総研作成

参考. 中部電力「地域型情報銀行」の実現に向けた実証事業

- 中部電力と大日本印刷は、生活者のパーソナルデータを個人の同意の下で集約・管理し、流通させることで、“地域サービスの効率化・高度化”や“日常の買物等の利便性向上”につなげる「地域型情報銀行」の実現に向け、キュレーションズ、豊田市、豊田まちづくり、山信商店とともに豊田市で実証事業を実施。

「地域型情報銀行」実証事業の背景と概要、ポイント、各社の役割

背景と概要

- 近年、国などにおいて、膨大なパーソナルデータを個人の同意の下で管理・活用する「情報銀行（情報信託機能）」の検討が進んでいる
- 情報銀行を実現していくためには、多様な生活者や事業者が安全・安心に情報銀行に参加し、メリットを享受できるモデルケースの構築が必要である

実証事業のポイント

- センサーデータの活用による日常的な生活データの取得
- モニターへのデータ提供設定の負担軽減とサービス事業者への支援
- 総務省・経済産業省の検討会で策定した指針に基づく運用

各社の役割



中部電力	実証主体として「地域型情報銀行」の実現に向けた課題を検討	モニター募集、サービス事業者との調整、属性・電力使用量などのデータの提供
大日本印刷		実証事業の計画やサービスモデルの企画策定、「地域型情報銀行」基盤の提供
キュレーションズ株式会社	体組成計からデータを取得し、「地域型情報銀行」に連携する仕組み（IoTプラットフォーム「plusbenlly」）を提供	
豊田市	「豊田市つながる社会実証推進協議会」の活動に位置づけ、実証のフィールドを提供	
豊田まちづくり株式会社	豊田市駅前のファッションビル「T-FACE」にて、買い物サービスを試行	
株式会社山信商店	食品スーパーマーケット「スーパーやまのぶ」にて、買い物サービスの提供を試行	

介護領域 東京電力PG×ウェルモ

- 東京電力と株式会社ウェルモは資本業務提携し、介護業界の課題解決に向け、ICTを活用したソリューションの開発に取り組む。

業務提携による取組みの概要

背景

介護業界は少子高齢化による「要介護者の増加」と「人材不足による社会保障費の増加」が課題である。この社会課題に対して、共同でICTを活用したソリューションの開発に取り組む

取組内容

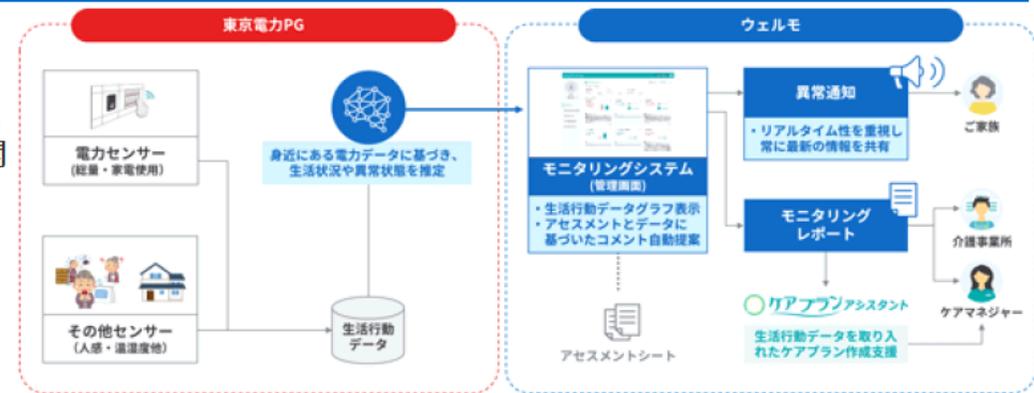
■ 東京電力

子会社のエナジーゲートウェイが保有する電力センサーを用いた機器分離技術※1を基にした、生活行動を推定する機能（以下「宅内行動推定機能」）や宅内エネルギー推定機能※2を実現するIoTプラットフォームを展開

- ※1 住宅全体の電気の使用状況を家電製品の種類毎に分離する技術により、家電製品毎の電気使用の変化をリアルタイムに検知することが可能
- ※2 月末電気料金推定や翌日以降の需要量・発電量を予測する機能

■ ウェルモ

介護・看護・リハビリ職の知識・経験を学習し、介護の計画（ケアプラン）における文章案や専門知識を提示するケアプラン作成支援AI「ケアプランアシスタント」を開発



身近にある電力データに基づく

- ケアプラン作成の効率化
- 介護の質の向上を実現

- 介護人材の業務負担軽減や要介護度の維持・改善を実現
- 社会保障費の抑制などをはじめとした社会課題の解決

出所：東京電力パワーグリッド プレスリリース

https://www.tepco.co.jp/pg/company/press-information/press/2020/1535825_8615.html を基に日本総研作成

インフラ領域 中部電力×春日井市 スマメNW活用

- 中部電力と春日井市は、連携して地域課題の解決に取り組むための協定を締結。
- 「下水道氾濫検知サービス」「高齢者位置情報サービス」の実証、実用化に向けた取り組みを進めていく。

「ICTを活用した地域課題解決に関する連携協定」概要

概要

春日井市の安全安心や福祉などのまちづくりに関する知見と、中部電力が保有するスマートメーターなどの資産やICTに関する知見を利活用し、両者が連携して地域課題の解決に取り組む。

なお、電力・ガス・水道の自動検針以外の用途で、電力スマートメーターの通信網を活用した地域課題の解決について、自治体と電力会社が連携協定を締結するのは全国初となる。

取組内容

- 電力スマートメーターの通信網を活用した「下水道の氾濫検知」や「高齢者の位置情報特定」に関する実証を行い、実用化に向け取り組む。
- また、水道使用量の自動検針サービス導入など、他分野での連携についても協議を進めていく。

下水道氾濫検知サービス 【2019年度 実証実験開始予定】	ゲリラ豪雨などによる急激な水位上昇が原因で発生する下水道の内水氾濫(注)をいち早く察知できるよう、マンホール内に設置したセンサーにより、水位上昇を検知する。 (注) 市街地に降った雨が、河川等に排水できずに発生する浸水被害
高齢者位置情報サービス 【2021年度 実証実験開始予定】	認知症高齢徘徊者の早期発見のため、スマートメーターを受信機とした通信網により、認知症高齢者の位置情報を特定する。

小売・物流領域 東京電力 電力+水道データの活用

- 東京電力は、顧客の電気の使い方を分析し生活実態を浮き彫りにする試みを開始。水道など異業種とも連携し、在宅率をほぼリアルタイムに把握し、店舗の営業や物流の配送の効率化につなげる。

「ライフラインのデータを活用したサービスの開発」概要

概要

東京電力は首都圏で抱える約2800万の顧客の電気の使い方を分析。水道など異業種とも連携し、在宅率をほぼリアルタイムに把握し、店舗の営業や物流の配送の効率化につなげる。

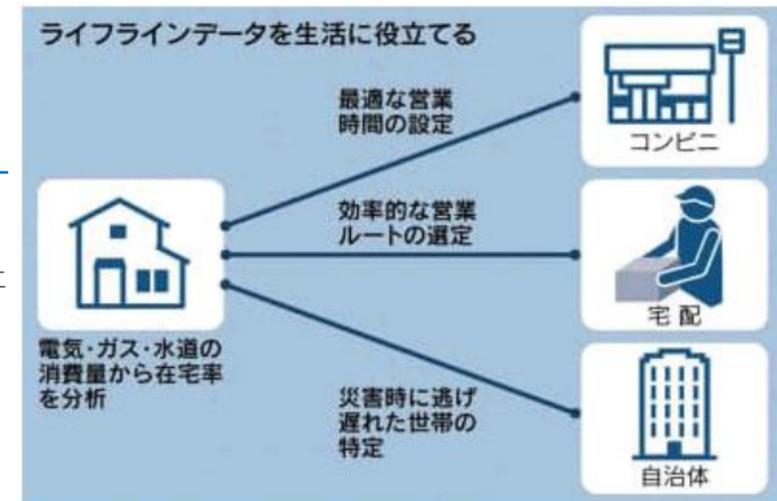
活用ケース

水道データと連携した生活関連サービスの提供

- 東電はグリッドデータバンク^(※)を介して自社の電力データと都の水道データを連携し、分析した生活関連サービスを提供する計画。
- 例えば、電力の消費量が少ないのに水道の使用量が多ければ、家の不在時に水漏れなどのトラブルが起きていると推定し、顧客に通報できる。
- 東京都は通信機能を持つ計測器「スマートメーター」を水道に設置する方針。21年度にシステムを構築し、22年度から普及させる。

小売業・物流業との連携

- (小売業) グリッドデータバンク^(※)を通じ、小売り大手とデータを出店に活用するための検証を開始。例えば、店舗が周辺住民の帰宅時間のデータが分かれば、無駄に長く開店する必要がなくなる。
- (物流業) 在宅率が高い時間帯に効率的に配送するルートで連携できる。データで地域の空き家率もわかり、不動産価値の算定にも役立つ。



【グリッドデータバンク・ラボ有限責任事業組合】

2018年に東電パワーグリッドとNTTデータが異業種連携のデータ活用を目的として設立。現在は中部電力、関西電力も参画。社会貢献・社会問題解決・各業界の産業発展に向け、スマートメーターをはじめとした全国での電力設備データ活用を推進。

出所：各種資料を基に日本総研作成

② 国内外の電力産業の変化

- (1) 電力データ×X事業の検討
 - c) 諸外国動向

海外ユーティリティ事業者の取り組み 仏EDF

- 仏EDFは、2018年からスマートメーターから2秒値が取得可能になることを見据え、新たな顧客サービスの実現に向けてNILM技術の採用を検討している。

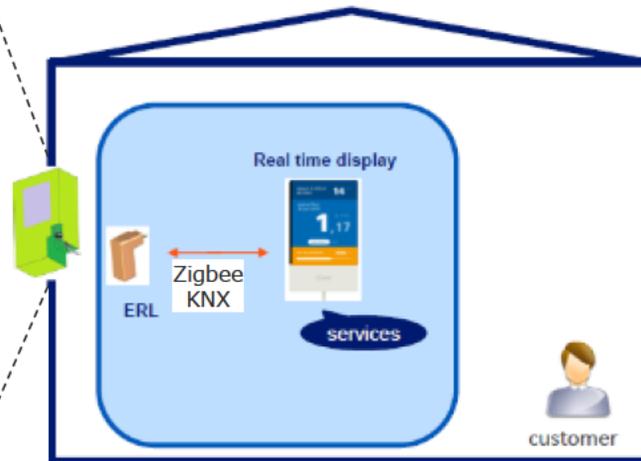
フランスにおけるIHDへのリアルタイムデータ表示義務化

仏エネルギー転換法にて、2018年までに電力消費量をIHD（In Home Display）にリアルタイムで表示することを義務化

現在のスマートメーター（通称：Linky）では、リアルタイムでの電力量の送信ができないため、新たにERL（無線送信器）を設置し、2秒間隔でスマートメーターの検針データをIHDへ送信（Zigbee / KNX）



ERL設置イメージ



EDFのNILMに対する取り組み

ERLを通じて得られる2秒データを活用し、特別なセンサーを追加することなく、顧客に付加価値を提供するサービスを実現する

検討しているサービスアイデア

1. Energy Saving Incentive Program

- ▶ 家電毎の細かな電力消費量の情報を与えることで、より正確な需要抑制（例：デマンドレスポンス）の実施を可能にする

2. Bill disaggregation per appliance

- ▶ 家電毎の電力料金明細の提供

3. Failure detection

- ▶ リアルタイムでの家電異常情報の提供
 - ✓ 故障情報の提供
 - ✓ （将来的に）故障検知/予測情報提供

海外ユーティリティ事業者の取り組み 米 OPPD

- E-sourceのブランドランキング調査で全米No.1に輝いた実績があるOPPDは、スマートメータデータを活用し、停電情報や節電Tipsを伝えるアプリを提供するほか、顧客プラットフォーム「Listens」を運営している。

成功要因

停電情報や節電のヒント等を伝えるスマホアプリ
 = 操作性の高さ

成功要因

Energy Advisorに、電話かメールで何でも聞ける
 = 双方向コミュニケーション体制



成功要因

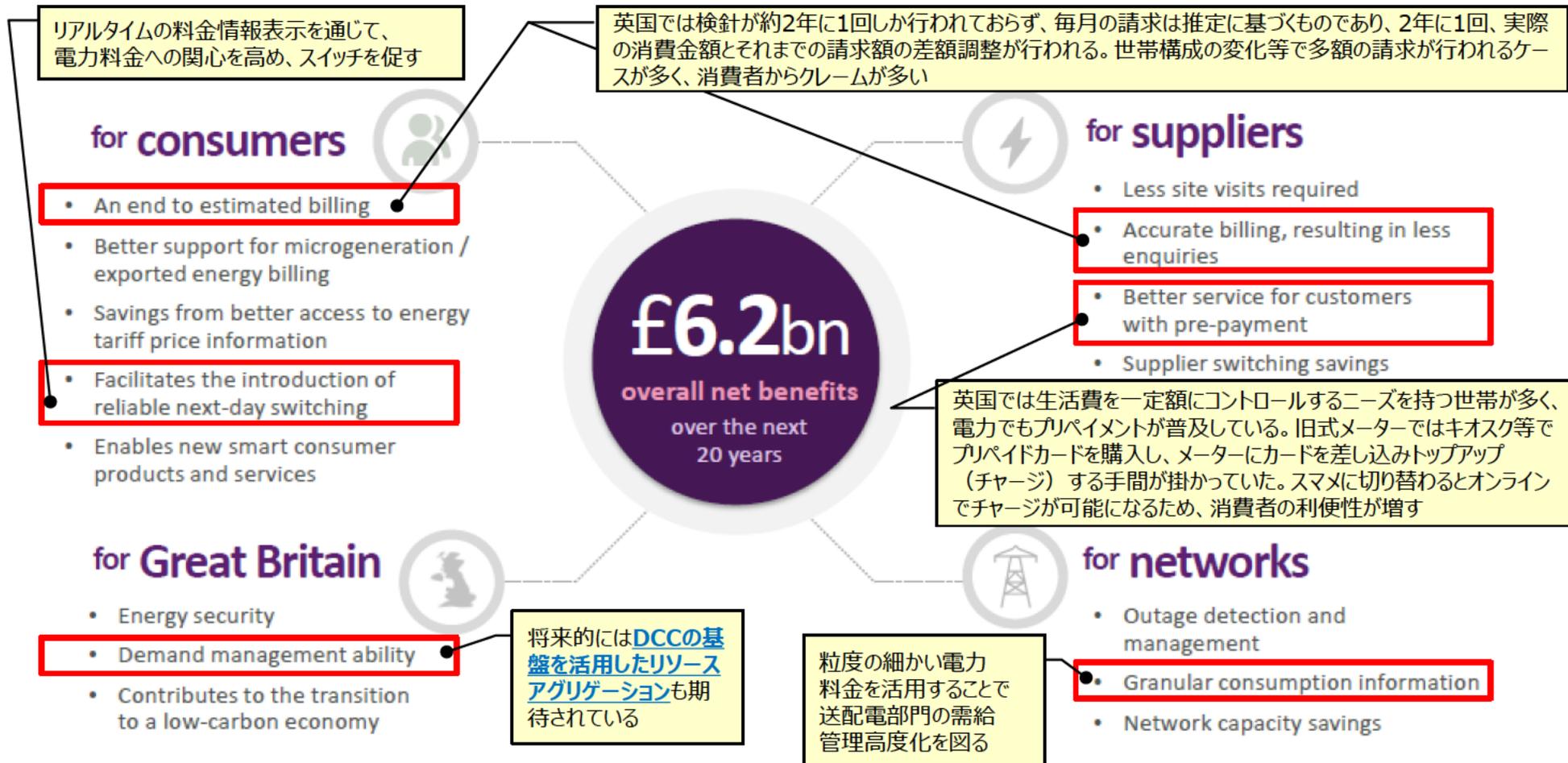
Customer Engagementのためのプラットフォーム「Listens」
 = 顧客主体のサービスを網羅

The Best Brand Utilities 2013

1. Omaha Public Power District (OPPD)
2. Snohomish County Public Utility District
3. MidAmerican Energy
4. Sacramento Municipal Utility District
5. Salt River Project (SRP)
6. Portland General Electric (PGE)
7. Idaho Power
8. Alliant Energy
9. Seattle City Light
10. Colorado Springs Utilities (E-source)

英国. スマートメーター導入による経済的便益

- 英国では、スマメ導入に伴う消費者便益の向上（プリペイド利用時の手間削減等）、需給管理の高度化、スイッチング促進、将来的なリソースアグリゲーションの展開等で、62億£の経済的便益を見込む。



電気メーターデータ活用事例の調査（1/2）

- 電気メーターデータ活用事例の調査候補としては下記の通り。

種別	提供事業者	国	概要	取り組みの経緯/背景
見える化	First Utility 「my:energy」 （前項掲載）	英	<ul style="list-style-type: none"> 英国で初めて、無料で全ての顧客家庭にSIMカード内臓スマートメーターを設置。電力は30分ごと、ガスは1日ごとに情報を送信しており、オンラインサイトを通じて、見える化情報や節約Tipsを提供。 	<ul style="list-style-type: none"> 親会社のFirst Telecomは通信事業者としては後発であったため、新規事業として電力分野に注力。 他社との差別化としてスマメを活用するため、スマメを無料設置し、メーターデータを活用した見える化サービスを提供。
	Greenbox Technology	米	<ul style="list-style-type: none"> 電力データの過去比較による示唆、光熱費換算表示などを提供。 	<ul style="list-style-type: none"> Flash創業者が、これまでに培ったWEB技術を活用して、従来では見える化さえも進んでいなかった電力分野に事業機会を見出し、ベンチャー企業として創業。
データ開示	米国エネルギー省（DOE） 「Green Button App」	米	<ul style="list-style-type: none"> ユーザは自らのエネルギー利用に関するデータをさまざまな形式でダウンロードできる。 ダウンロードしたデータは、エネルギー省（DOE）がスポンサーであるOpenEIというWebサイトで公開されているアプリを利用して分析が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> アメリカが進めるオープンデータの活用政策の一環として、パーソナルデータの代表例であるエネルギー分野に目を付けてハッカソンを行い、電力データを活用する65のアプリを実証開発したものの。 アプリは全て見える化機能を提供するものである。
	midata	英	<ul style="list-style-type: none"> 消費者に関するデータを保持している企業に、再利用が可能な形式で、本人に公開し直すことを促進する、英国政府プロジェクト。パーソナルデータの利活用による新サービス創出と、利活用に当たったプライバシー、セキュリティ、基準・法律等の課題の検討を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> イギリスが進めるオープンデータの活用政策の一環として、パーソナルデータの代表例であるエネルギー分野にて新サービス創出とプライバシー、セキュリティ基準等の検討を行ったもの（他に携帯電話や金融分野でも実施）
省エネアドバイス	OPOWER （前項掲載）	米	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社から請求書発行業務を請け負うとともに、電力消費分析に基づく省エネレポート作成と機器買い替えクーポン提供を組み合わせたサービスを提供。 	<ul style="list-style-type: none"> 元々、電力会社から請求書発行を請け負うBPOとして事業をスタート。料金徴収率を高めるために、消費者の請求書への関心を引くために、省エネレポートを組み合わせるようになった。
	British Gas （前項掲載）	英	<ul style="list-style-type: none"> 同社の新料金プラン「Energy Smart」に加入し、スマートメーターからのデータが蓄積されると、その家庭や事業所の電力の利用パターンを用いて、同セグメント内での平均的な電力消費量と比較し、劣っている（消費量が多い）契約先には「節電コンサルティング」を提供。 	<ul style="list-style-type: none"> 1施設当たりのエネルギー使用量が小さく、需要家数が多い低圧・家庭部門は、自由化に当たって効率的に防衛を行っていく必要があるため、スマートメーターデータを活用して類似するセグメント（業種・業態・規模等）間の比較を通じて、効率的に顧客へアドバイスをを行い、離反防止に努めている。

出所：各種情報を基に日本総研作成

電気メーターデータ活用事例の調査例 (2/2)

- 電気メーターデータ活用事例の調査候補としては下記の通り。

種別	提供事業者	国	概要	取り組みの経緯/背景
DRサービス	Earth Networks	米	<ul style="list-style-type: none"> 電力データと気象予測と組み合わせ、デマンドレスポンスが必要となる日時を予測し、事前に空調をコントロールすることでピーク需要を削減するDRサービスを展開。 	<ul style="list-style-type: none"> Earth Networksは全米に8,000拠点を超える観測拠点を持つ気象情報ベンダ。自社の気象情報の付加価値化の一環として、気象情報を活用できる用途を探索した結果、デマンドレスポンスとの組み合わせが有望と判断。
	AutoGrid「DROM」	米	<ul style="list-style-type: none"> 「個客の行動履歴」に着目した独自の分析アルゴリズムにより、電力消費量予測サービスやボトムアップ型DRを可能にする分析基盤を電力会社に提供。 	<ul style="list-style-type: none"> スタンフォード大学でビッグデータ分析を研究する教授が創業したベンチャー。ビッグデータの適用先としてリアルタイムで膨大なデータが集まる電力分野に目を付け、電力会社の関心が高いDRと組みあわせて事業化を図った。
	Constellation Energy (前項掲載)	米	<ul style="list-style-type: none"> 業務・産業顧客に対して、同時にConstellationのDRプログラムに参加することで、その収益を電気料金の値下げとして活用する「Constellation Rate Response」を提供。 	<ul style="list-style-type: none"> 電力小売分野の競争において、他社と差別化するために、DRと電力を1つの契約で提供するバンドルサービスを提供。
検知障	旧Telvent社*	スウェーデン	<ul style="list-style-type: none"> スウェーデンにてメーターの不正利用やメーター検針値の改竄に対して、ビッグデータ分析を適用。 	<ul style="list-style-type: none"> メーターの故障対応、請求回避等の防止に伴い発生するフィールドサービスのコストを低減するために、スマートメーターデータに目を付け、低コストでの故障検知手法の確立に取り組んでいる。
検不知正	FPL	米	<ul style="list-style-type: none"> スマートメーターの電圧データをビッグデータ解析し、変電設備の更新の要/不要の見極めを行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 変圧器の故障対応等に伴い発生するフィールドサービスのコストを低減するために、スマートメーターデータに目を付け、低コストでの設備管理手法の確立に取り組んでいる。
決済	PayGo	米	<ul style="list-style-type: none"> スマートメーターデータとリアルタイムで連携し、個人需要家はスマートフォンやメール等で、プリペイドの残額をいつでも把握できる。また、利用休止・再開の申し込み等にも対応。 	<ul style="list-style-type: none"> アメリカにおいて電力料金の未納率が高いことに着目し、プリペイド式料金メニューを実現するソリューションを提供。 スマートメーターデータを活用し、リアルタイムでの残額管理を実現し、顧客の利便性向上を実現。
P2P 電力融通	LO3 Energy	米	<ul style="list-style-type: none"> ブロックチェーン開発会社Consensysの合併会社であるTransActive Gridは、米国ブルックリンで、スマートメーターデータも活用しながら電力融通の運用を始めている。 スマートメーターが余剰電力を検知し、「エナジークレジット」が生成される 	<ul style="list-style-type: none"> 米国NY州では、グランドデザイン「エネルギー改革ビジョン」の下、配電事業者の役割を分散型プラットフォーム事業者と再定義し、分散型リソースを保有する需要家と卸売市場を仲介・統合する機能を担うことにし、スマートメーターを重要なインフラとして活用することを推進している。

出所：各種情報を基に日本総研作成

OPPD (米) : 停電・事故等の情報提供

- E-sourceのブランドランキング調査で全米No.1に輝いたOPPDは、スマートメータデータを活用し、停電情報や節電Tipsを伝えるスマートフォンアプリを提供するほか、顧客プラットフォーム「Listens」を運営している。

成功要因

停電情報や節電の
 ヒント等を伝えるス
 マホアプリ
 = 操作性の高さ

成功要因

Energy Advisor
 に、電話かメールで
 何でも聞ける！
 = 双方向コミュ
 ニケーション体制



成功要因

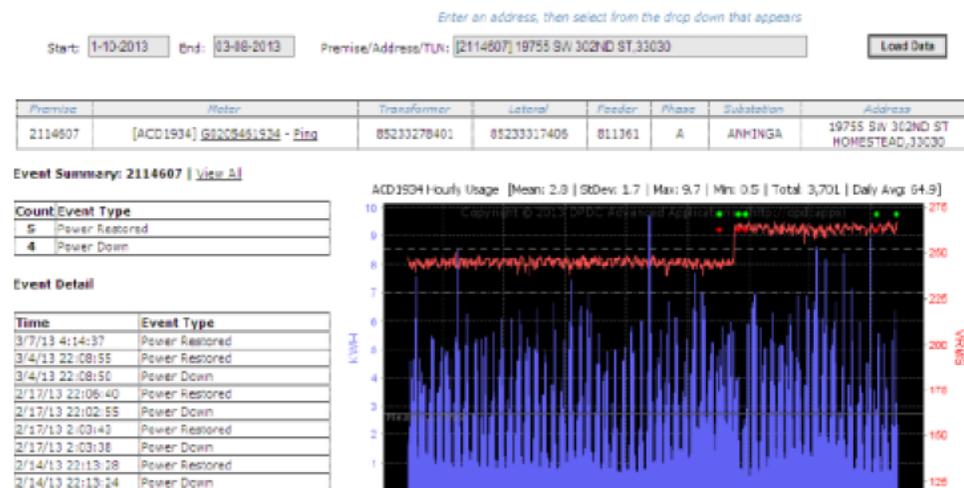
Customer
 Engagementのためのプ
 ラットフォーム「Listens」
 = 顧客主体のサービス
 を網羅

- The Best Brand Utilities 2013
1. Omaha Public Power District (OPPD)
 2. Snohomish County Public Utility District
 3. MidAmerican Energy
 4. Sacramento Municipal Utility District
 5. Salt River Project (SRP)
 6. Portland General Electric (PGE)
 7. Idaho Power
 8. Alliant Energy
 9. Seattle City Light
 10. Colorado Springs Utilities (E-source)

FPL：変電設備管理の高度化

- スマートメーターの電圧データをビッグデータ解析し、変電設備の更新の要/不要の見極めを行っており、下記のように変電設備の故障・老朽化を特定（余計なコスト削減を実現）。

スマートメーターから取得できる電圧データ分析のイメージ



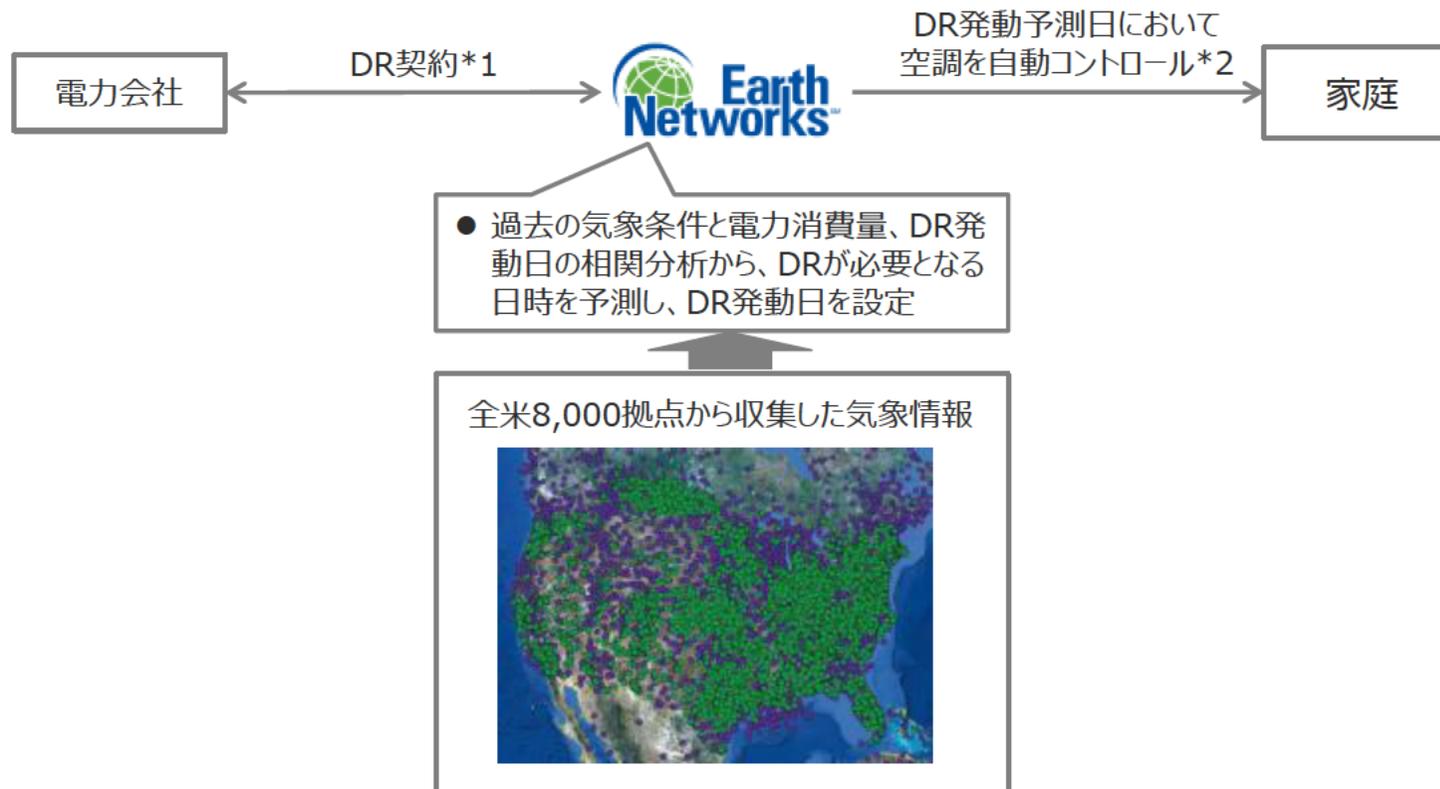
メーターデータ経由で把握した老朽化した変電設備の例



Damage to primary winding of high-voltage transformer identified through smart meters

Earth Networks (米)

- Earth Networksは、電力データと気象予測と組み合わせて、デマンドレスポンスが必要となる日時を予測し、事前に空調をコントロールすることでピーク需要を削減するDRサービスを展開している。



*1 電力会社にとっては、気象情報を活用した予測分析に基づいたDR発動計画立案までサポートして頂ける点がメリットとなっている

*2 需要家にとっては、空調の自動コントロールで無理なくDRに参加出来る点がメリットとなっている。

海外における共同検針事例

- 海外では、電力、水道、ガスで同時にスマートメーターを導入していることや、同一の企業や自治体を手掛けていることから、NWの重畳が進んでいる。周波数帯は様々だが、NWはWANを使うケースが多い。

事例	メーター	導入世帯	通信方法	概要
①米国加州 (SDG&E社)	・電力	・140万個	Aルート：セルリ レー(双方向) Bルート： 2.4GHz帯 Zigbee(片方向)	<ul style="list-style-type: none"> DR効果測定用にIn Home Displayを配布し、ほぼリアルタイムでの情報提供 「当日の累積電力使用量」「当該時間帯の電力単価」「当日の電力料金額」「電力消費」「気温」といったデータを提供 ガスメーターのデータを電力メーターで集めるために、Bルートを利用
	・ガス	・80万個		
②マルタ島 (IBM受託)	・電力 ・水道	25万世帯	電力メーター、水道メーターがそれぞれWANへ通信する仕組み	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社と水道事業会社が、共同でシステムを構築 メーターデータの収集は共同運営で実施し、運用をIBMに委託 消費者はインターネットで使用状況を確認し、最適な契約形態を選択可能 水と電力のエネルギーの見える化を実施し、省エネの実現と意識付けを目的 水と電力の運用の効率化、盗電・盗水の削減により売上確保につなげる
③カナダ アルバータ州 メディシンハット市	・電力 ・ガス ・水道	3万世帯	FlexNet スター型無線方式	<ul style="list-style-type: none"> 電気、ガス、水道を統合して運用することを可能にする通信ネットワーク技術 電力、ガス、水道のスマートメーターNWを単独で運用することに比べ、各ユーティリティのNW連携簡素化、運営効率化と運用費の削減につながることを意図 利用料金の自動請求や遠隔監視を実施し、将来的には時間帯別料金などのオプションを提供することを検討
④ノルウェー (Kamstrup社)	・電力 ・ガス ・水道	1万世帯	Wifi/Zigbee	<ul style="list-style-type: none"> ノルウェーのスマートグリッドプロジェクトにて電力、ガス、熱、水道のメーターを利用 Home Area NetworkはWifiやZigbeeで対応
⑤スウェーデン イエテボリ電力	・電力 ・水道 ・熱供給	26.5万世帯	Zigbee	<ul style="list-style-type: none"> 水道メーターも無線を使用したメーターを実装して、電力と水道のいわゆる共同検針の仕組みを構築。水道の検針データを有償提供し、電力会社の収益としている。

出所：各種情報を基に日本総研作成

ルウェー Kamstrup社のデータ活用ソリューション

- 計測機器メーカーのKamstrup社は、電力・ガス・熱・水道メータを提供し、特に水道メータのデータを収集して様々なソリューションを展開している。

READY Network Reading



- メーターからの信号を受信するアンテナと、収集したデータをソフトウェアに飛ばすためのコンセントレーターが必要
- 構築すればスマホで情報を見ることができる

Radio Link



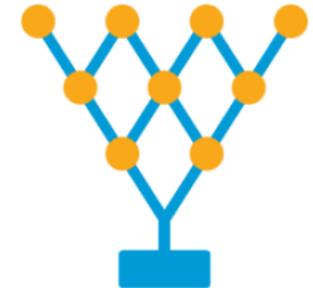
- M-bus通信規格*通信
- バッテリー駆動で高速伝送
- 単方向無線通信
- 電気、ガス、熱、水道等の複数のユーティリティを狭い範囲で管理する場合に適している

Radio Mesh



- 他のスマメと双方向通信
- 容易にNWク管理でき、マンパワーも少なくて済む
- 任意の設置スマメが撤去されても、他のスマメを介して通信できる

Wired M-bus Network



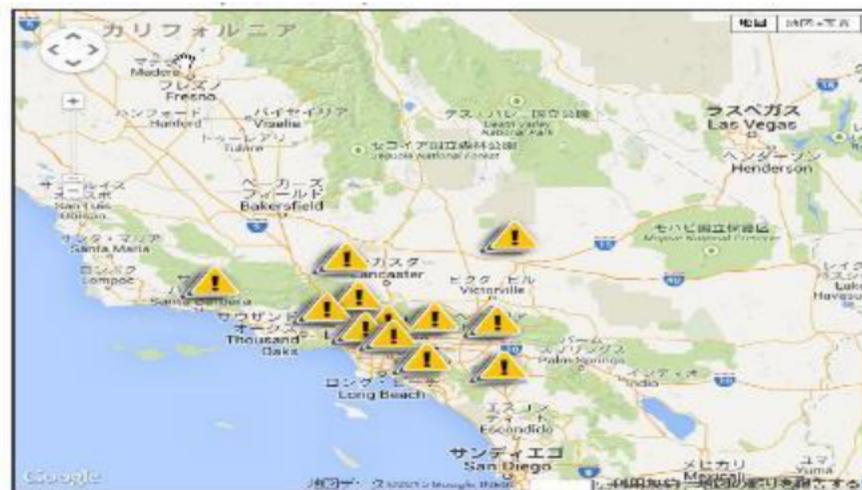
- 設置場所が固定されたメーターと有線で通信
- 集合住宅のようなメーターが互いに近接している場合に安価に通信を提供できる

スマメNW×停電情報：SCE（米）：停電・事故情報提供のリアルタイム化

- スマートメーターデータを活用し、リアルタイムで停電・事故発生状況を可視化することで、顧客にわかりやすい停電・事故発生情報を提供している。

Southern California Edison社の停電発生地マップ

停電・事故等の情報公開及び報告アプリ



停電発生地マップをアプリを通じてiPhoneで見れる方式を採用

- リアルタイムの停電発生地をマップによって示すことにより、顧客へ停電発生状況を可視化している。
- 顧客が停電発生状態をコールセンターへ問い合わせする手間を省いている。

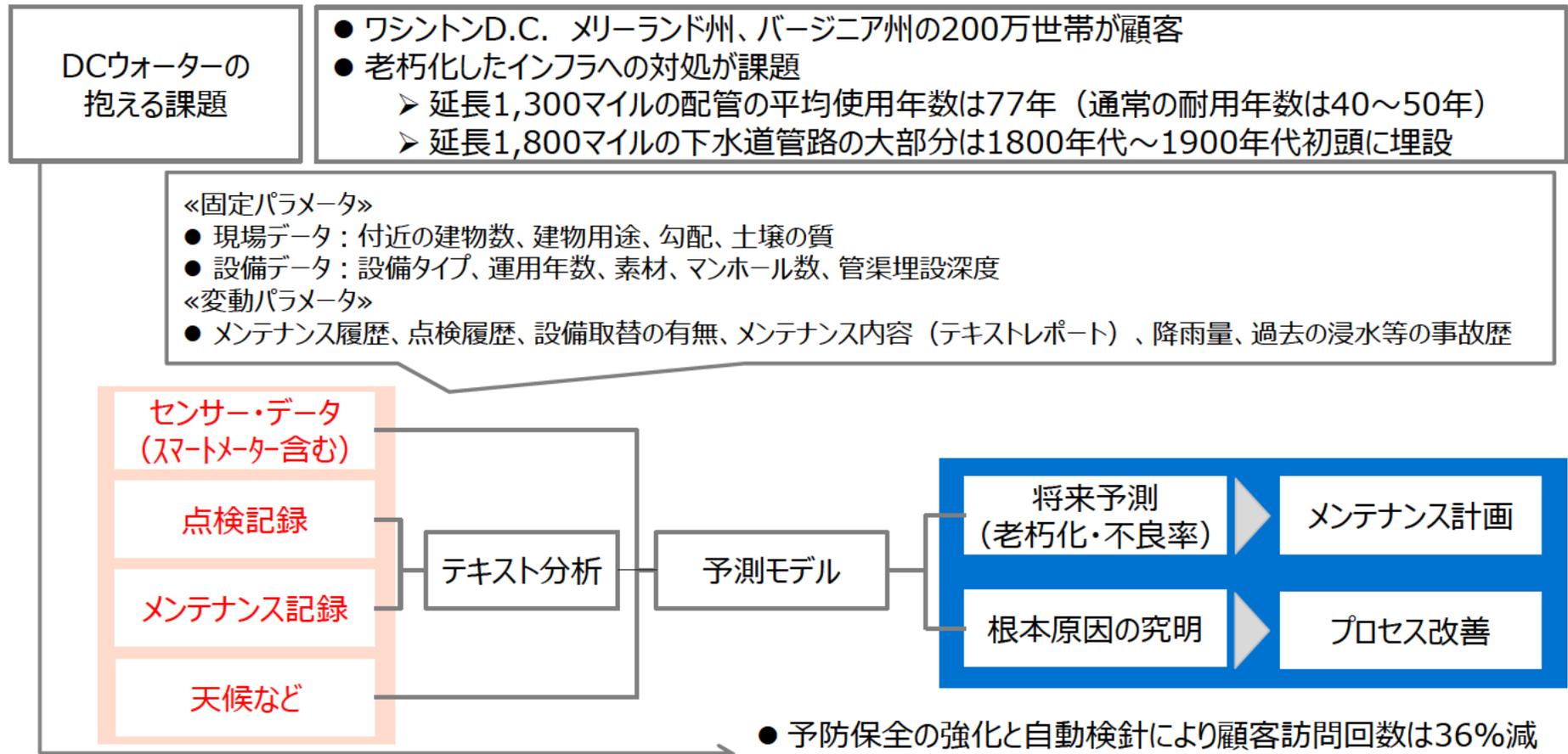
- 停電発生地マップ閲覧
- 顧客居住地域の停電・事故発生状況の確認
- 停電・事故発生の報告を顧客が実行可能



出所：SCE Webサイトを基に日本総研作成

水道スマートメーターNW×点検記録：米DCウォーターによる予防保全

- 米国ワシントンD.C.を本拠とするD.C.ウォーターは、スマートメーターやマンホール等に取り付けたセンサーデータ、メンテナンス履歴等を総合的に分析することで予防保全を強化し、更新問題への対処に道筋を付けた。



② 国内外の電力産業の変化

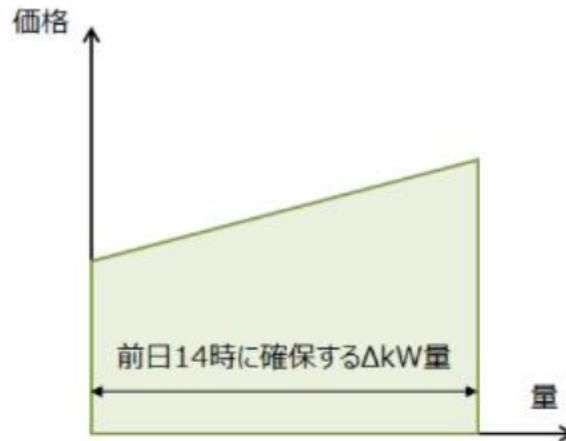
(2) 国内調整力の分析

背景・目的

- 本調査では、下図青色部の柔軟性が高い（＝応答性が高く、拠出割合も高い）調整力のポテンシャルを調査した。ただし、当該調整力は、リソースが何らかのプログラムに参加し、指令に応じなければ引き出せないことに留意が必要。

調査前提

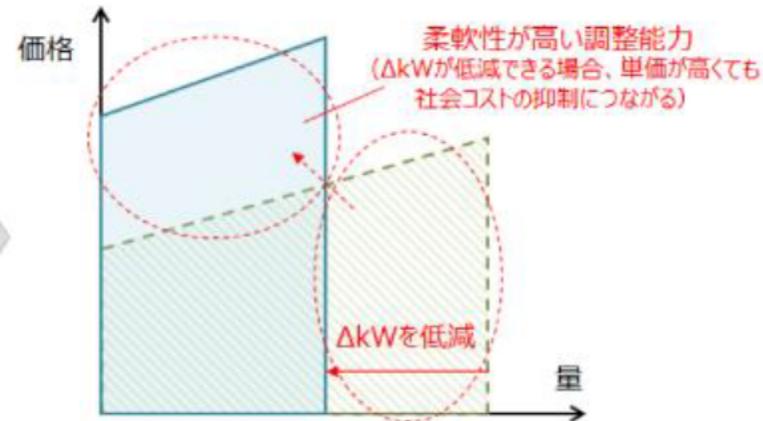
1. 前日14時に ΔkW を確保する場合



- 前日14時の時点で、翌日の大外しに備えて十分な調整力を確保しておくことが必要。

※需要家（家庭、業務、産業）が保有するリソースを中心に整理しており、DRとして使われるか（どのように調整力として使われるか）どうかは問わずカウントする

2. 実需給に近い断面で ΔkW を確保する場合



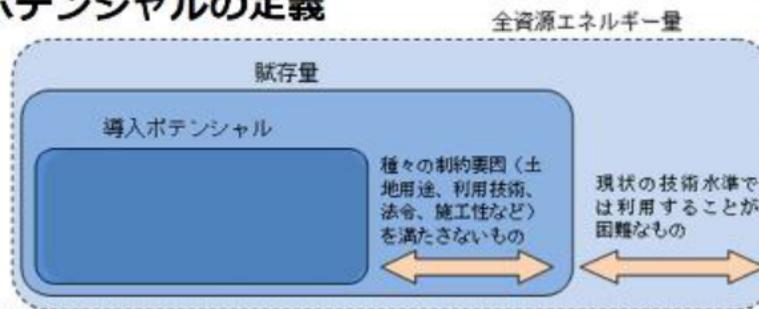
- 実需給に近い断面では、予測精度が高まることから期待されるため、確保すべき ΔkW を低減できる可能性が高い。
- この際、実需給に近い断面で調達可能な ΔkW のポテンシャルが十分に期待でき、 ΔkW の必要量が十分に低減するのであれば、こうした ΔkW に相対的に高い費用を払っても、社会コストの低減につながると考えられる。

ポテンシャルの考え方① ポテンシャルの性質

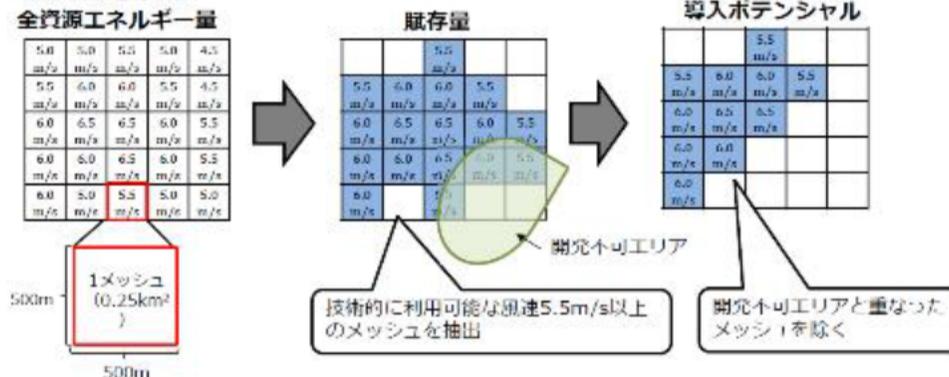
- 再エネ導入ポテンシャルは全資源エネルギー量から、事実上不可能なものを差し引いた上で求められており、非常に大きな数字となる。このうち何割が利用されるかは制度に大きく左右されることになるため、推定は困難。

再エネ導入ポテンシャルの考え方

導入ポテンシャルの定義



<風力発電の例>

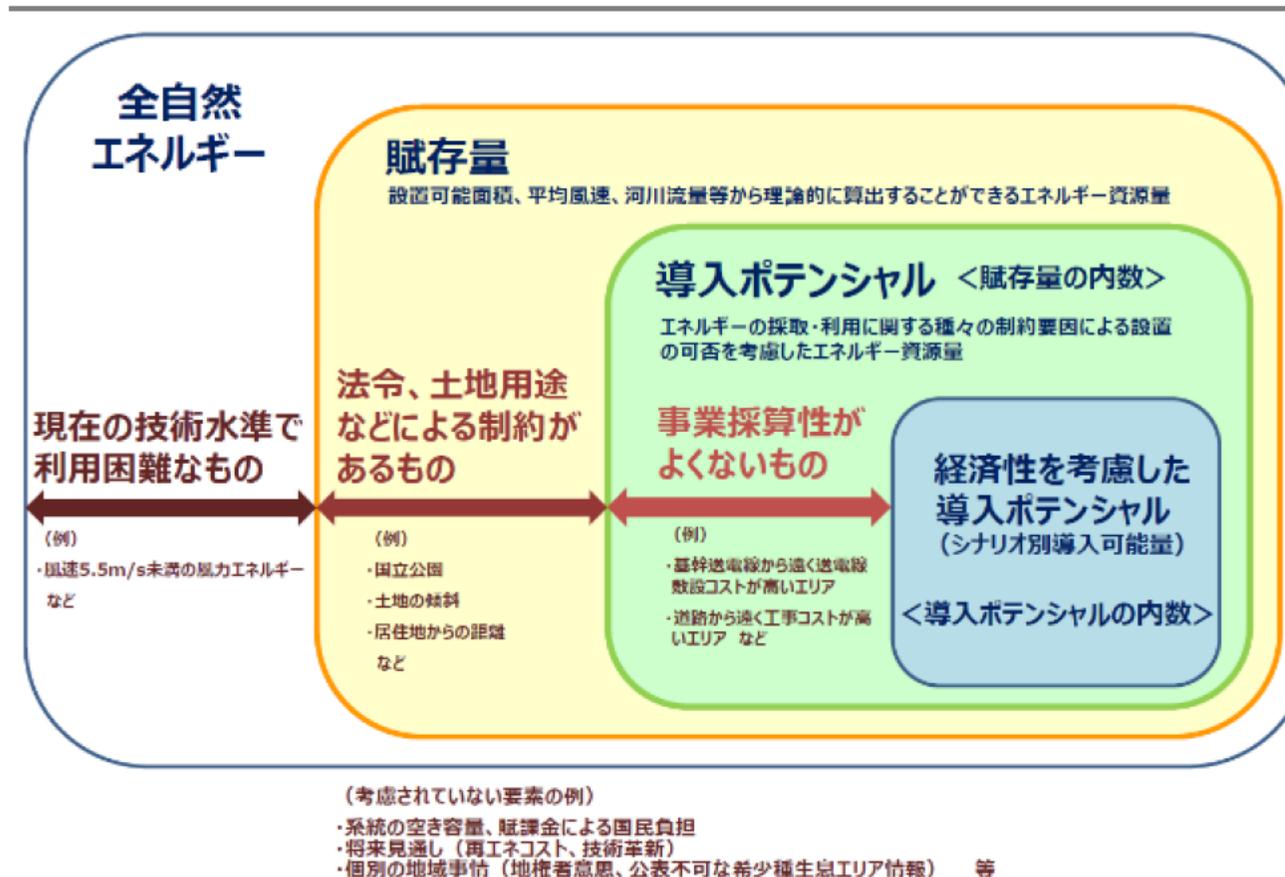


- 再エネ導入ポテンシャルは、全資源エネルギー量から、様々な要因から事実上不可能なものを差し引いた上で求められている。
- こうして計算された導入ポテンシャルは非常に大きな数字となる。
- 一方、当該導入ポテンシャルのうち、今後何割の再エネが導入されるかは、FIPやFITといった再エネ支援策のレベルに大きく依存することとなり、制度に左右されない意味での「ポテンシャル」をこれ以上絞るのは困難と言える。
- 今回の調整力ポテンシャルの調査も同様で、プログラムの参加率を左右する調整力対価や技術要件が現状未定である以上、ここからの絞り込みは、「10%と想定する」といった以上の方法が取れない。

ポテンシャルの考え方② 経済性を考慮した導入ポテンシャル

- 再エネ導入ポテンシャルでは、事業採算性がよくないものを段階的にポテンシャルから差し引いて求めた「経済性を考慮した導入ポテンシャル」（低位～高位）を算出している。

再エネ導入ポテンシャルの考え方



出所：環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」を基に日本総研作成

ポテンシャルの考え方③ 本検討における推定方針

- 再エネポテンシャルの例に倣い、「経済性を考慮した導入ポテンシャル」を検討する。
 ※ このうちどの程度の再エネが入るか（導入率）の検証が困難であると同様、「参加率」の検証は困難。

再エネ導入ポテンシャルの考え方

最新の推計結果 (令和元年度再生可能エネルギーに関するロードマップ基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書)					【参考】総合エネルギー統計 (2019年度速報) ※4	
再エネ種	区分	導入ポテンシャル※1		経済性を考慮した導入ポテンシャル※2 (シナリオ1 (低位) ~シナリオ3 (高位))		発電電力量実績 (内訳) ・再エネ [1,057] ・水力 [796] ・原子力 [638] ・天然ガス [3,815] ・石炭 [3,277] ・石油 [695]
		設備容量 (万kW)	発電量 (億kWh/年)	設備容量 (万kW)	発電量 (億kWh/年)	
太陽光	住宅用等※3	20,978	2,527	3,815~11,160	471~1,373	
	公共系等※3	253,617	29,689	17~29,462	2~3,668	
	計	274,595	32,216	3,832~40,622	473~5,041	
陸上風力		28,456	6,859	11,829~16,259	3,509~4,539	
洋上風力		112,022	34,607	17,785~46,025	6,168~15,584	
中小水力		890	537	321~412	174~226	
地熱		1,439	1,006	900~1,137	630~796	
合計		417,402	75,225	34,667~104,455	10,954~26,186	

※1 現在の技術水準で利用可能なエネルギーのうち、種々の制約要因（法規制、土地利用等）を除いたもの。中小水力のみ、既開発発電所分を控除している。

※2 送電線敷設や道路整備等に係るコストデータ及び売電による収益データを分析に加え、経済的観点から見て導入可能性が低いと認められるエリアを除いたもの。
 低位なシナリオ（FIT価格よりも低い売電価格）～高位なシナリオ（FIT価格程度）に分けて推計している。（シナリオ別導入可能量）

※3 住宅用等：商業施設、オフィスビル、マンション、戸建住宅等。公共系等：庁舎、学校、公民館、病院、工場、工業団地、最終処分場、河川敷、港湾、公園、農地等

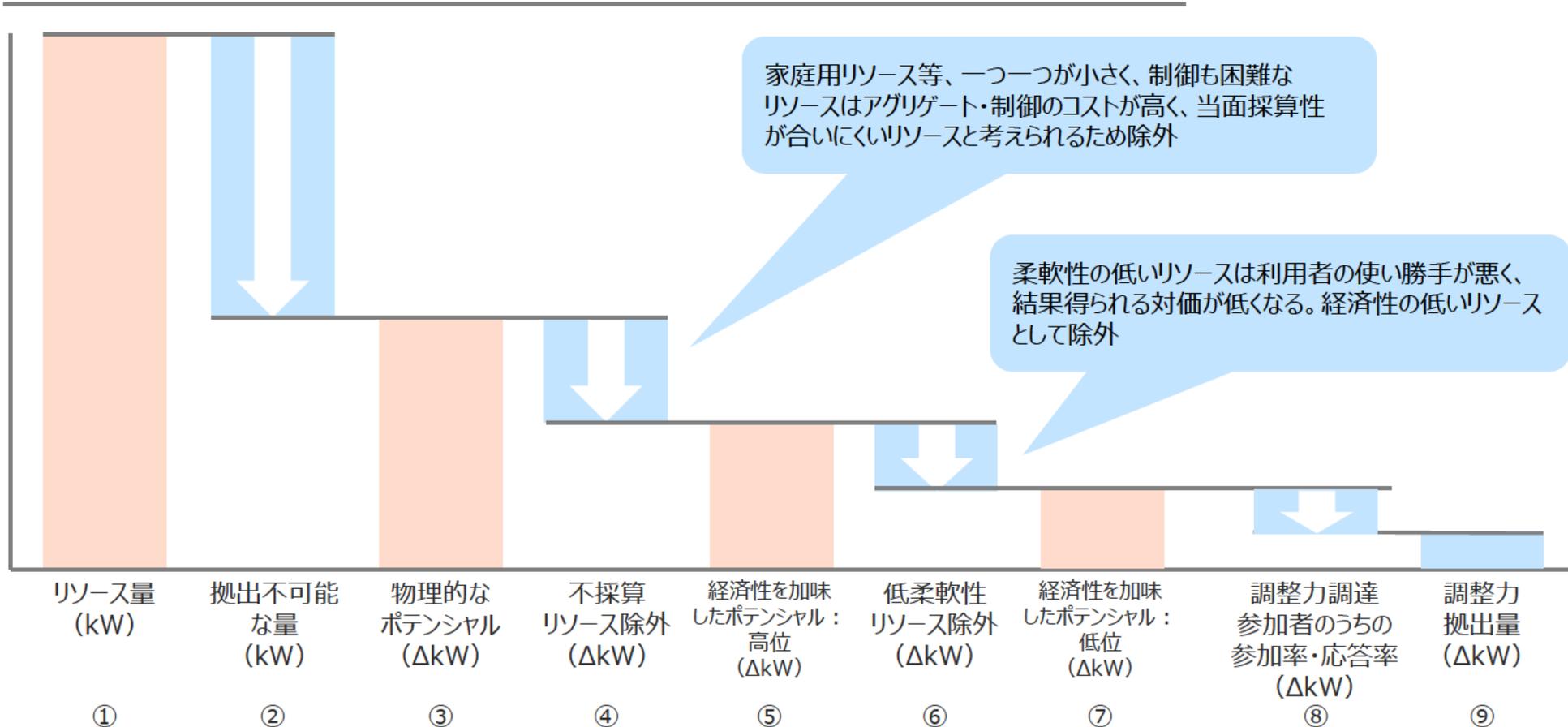
※4 資源エネルギー庁 総合エネルギー統計 令和元年度(2019年度)エネルギー需給実績 (速報)

出所：環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」を基に日本総研作成

調整力ポテンシャル調査イメージ

- 以下の方法で、物理的なポテンシャルから「経済性を加味したポテンシャル」を2種類算出する。

調整力ポテンシャル量の考え方



調査対象としたリソース種類

- 本調査では、調整力として有望なリソースとして、以下に示す15項目を調査対象とした。

分類	リソース種別
発電設備	自家発電機（小型）
	自家発電機（大型1MW以上）
	コージェネ
蓄電池	家庭用蓄電池
	産業・業務用蓄電池

分類	リソース種別
需要設備	HP給湯器（家庭）
	HP給湯器（業務）
	エネファーム（家庭）
	EV・PHV
	電気炉
	上下水道
	自動販売機
	空調設備（業務用一般）
	空調設備（業務用蓄熱式）
	照明機器

kW数（現在）および出所

リソース種別	リソース量(MW)	出所
自家発電機（小型）	18,951	一般社団法人日本内燃力発電設備協会資料を基にJRI推計
自家発電機（大型1MW以上）	28,837	資源エネルギー庁電力調査統計
コージェネ	13,000	コージェネ財団資料
家庭用蓄電池	201	資源エネルギー庁「定置用蓄電池の普及拡大及びアグリゲーションサービスへの活用に関する調査報告書」
産業・業務用蓄電池	229	資源エネルギー庁「定置用蓄電池の普及拡大及びアグリゲーションサービスへの活用に関する調査報告書」
HP給湯器（家庭）	7,880	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
HP給湯器（業務）	250	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
エネファーム（家庭）	210	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
EV・PHV	621	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
電気炉	100	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
上下水道	580	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
自動販売機	895	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
空調設備（業務用一般）	10,903	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
空調設備（業務用蓄熱式）	-	-
照明機器	25,114	日本照明工業会資料を基にJRI推計

出所：各種情報を基に日本総研作成

kW数（2030年）および出所

リソース種別	リソース量(MW)	出所
自家発電機（小型）	21,096	一般社団法人日本内燃力発電設備協会資料を基にJRI推計
自家発電機（大型1MW以上）	32,101	資源エネルギー庁電力調査統計を基にJRI推計
コジェネ	13,200	経済産業省「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会（第1回）配布資料」
家庭用蓄電池	8,770	日本電機工業会資料を基にJRI推計
産業・業務用蓄電池	393	JRI推計
HP給湯器（家庭）	24,620	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
HP給湯器（業務）	5,060	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
エネファーム（家庭）	3,710	経済産業省「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会（第1回）配布資料」を基にJRI推計
EV・PHV	27,200	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」および環境省「平成27年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」を基にJRI推計
電気炉	100	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
上下水道	580	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
自動販売機	850	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
空調設備（業務用一般）	10,903	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
空調設備（業務用蓄熱式）	-	-
照明機器	15,982	日本照明工業会資料を基にJRI推計

出所：各種情報を基に日本総研作成

抛出可能割合 | 自家発電・コージェネ

- 自家発に関する電力中央研究所のアンケートから、自家発・コージェネのDR抛出可能割合は全体容量の4割と想定した。

自家発のDRへの受容性

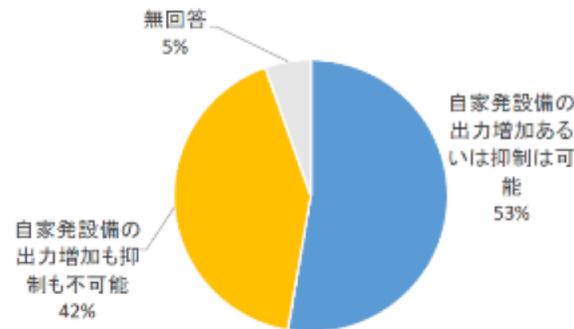


図 3.2.6 自家発を活用した DR への対応可否
(自家発保有事業所 N=315)

自家発のDRへの対応可能な変化量

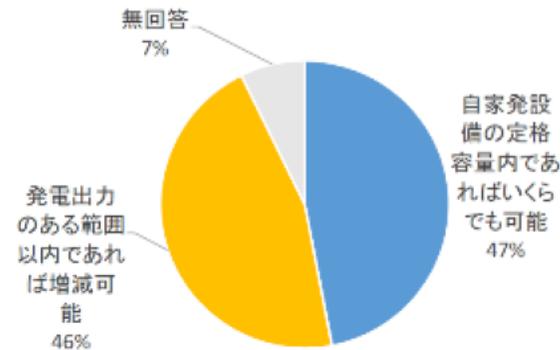


図 3.2.9 自家発を活用した DR 対応：対応可能な変化量 (DR 対応可の自家発保有事業所 N=166)

- 自家発の総量のうち、DR対応可能なものは53%存在
- うち47%は定格容量の全てを抛出可能。うち46%は定格容量の一部を抛出可能と回答している。
- 定格容量の一部と回答している事業者の平均抛出可能容量を50%と仮定して全容量に占めるDR抛出可能量の割合は以下の通り、約4割である。
- $40\% \approx 53\% \times (100\% \times 47\% + 50\% \times 46\%) \div (47\% + 46\%)$

出所：電力中央研究所「産業部門における予備力供給型デマンドレスポンスのポテンシャル評価」

<https://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/download/W0WykLaoQ5dGfMeThfVb3eM6WHI5Dr12/Y15013.pdf> を基に日本総研作成

抛出可能割合 | 蓄電池

- 東京電力は8万kWの蓄電池の余力1万kWを集めてDRを実施しようとしている。
- 同取組を基に、導入された蓄電池の1/8程度が余力として利用可能と想定した。

東京電力による蓄電池余力のDR利用

東京電力エナジーパートナー（EP）は、デマンドレスポンス（DR）のリソースとして、需要家側に設置した**蓄電池の余力を1万キロワット**確保した。需要家側の蓄電池を活用したDR量としては国内最大。DRは生産調整を伴うことが多いが、緊急時用に設置された蓄電池の余力を活用すれば、顧客の負担は少ない。東電EPはDRリソースとして蓄電池を有望視しており、今後は域外も含めてDRに活用可能な蓄電池の余力を確保していく。

2002年に東電は需要家へのNAS（ナトリウム硫黄）電池の販売や設置、エンジニアリングを開始。現在は約30カ所・**8万キロワットが稼働している**。これらは負荷平準化、非常用電源、瞬時電圧低下（瞬低）対策に導入されたものだが、平常時は使用されない。

東電EPは、こうした蓄電池の容量の一部をDRとして活用。18年度までに工場、研究所など14カ所で、NAS電池やリチウムイオン電池の余力を1万170キロワット（3万510キロワット時）確保した。

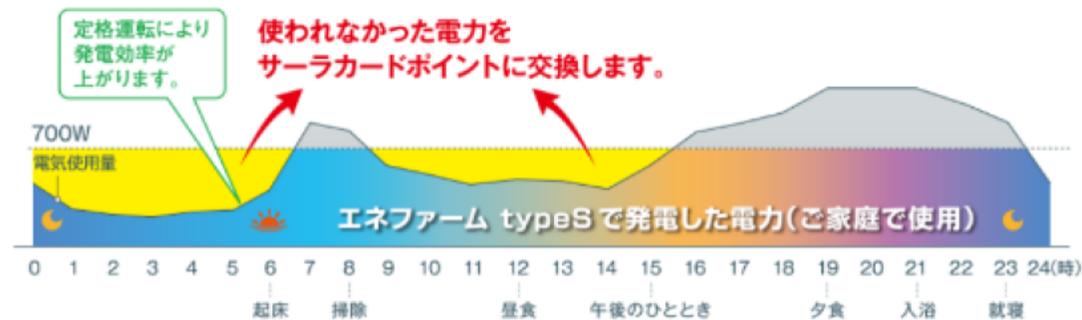
抛出可能割合 | エネファーム

- エネファーム700Wのうち、発電余剰・発電停止余力が100W程度存在すると仮定して試算。

エネファームの余剰電力

余剰電力買取を行う場合

電力使用量にかかわらず、24時間定格運転（700W）を行います。電力使用量が少ない時間帯は、発電した電力がご家庭の電力使用量を上回ります。発電した電力のうち、ご家庭で使われなかった電力をサーラカードポイントに交換いたします。

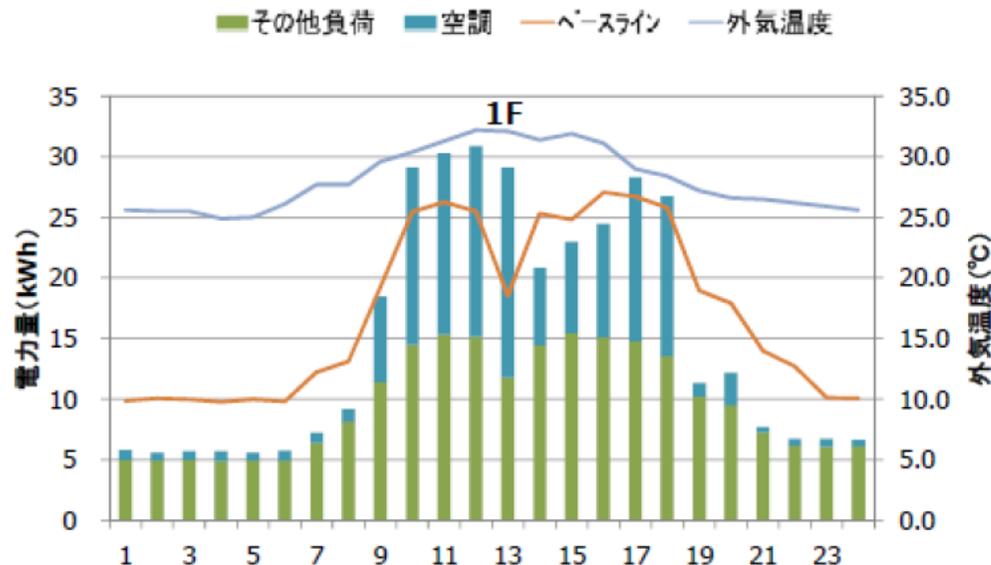


※1 ガスメーターの保安機能を正常に作動させるため、26日連続して運転した後、27日目に24時間以上、発電を停止します。また、1日に2～3回約6分間発電出力が低下します。
 ○発電時に発生する熱の一部はエネファームtypeSに接続されている給湯器等に供給される水の予熱に利用しますが、給湯利用時は必ずエネファームtypeSに接続されている給湯器等にてガスを燃焼させてお湯をつくります。このほか、温水暖房のお湯は、すべてエネファームtypeSに接続されている給湯器等にてガスを燃焼させてお湯をつくります。
 ○貯湯タンクがお湯でいっぱいの場合は、貯湯タンクのお湯をラジエータで放熱しながら運転を継続します。
 ○詳しくは「エネファームtypeS」カタログをご確認ください。

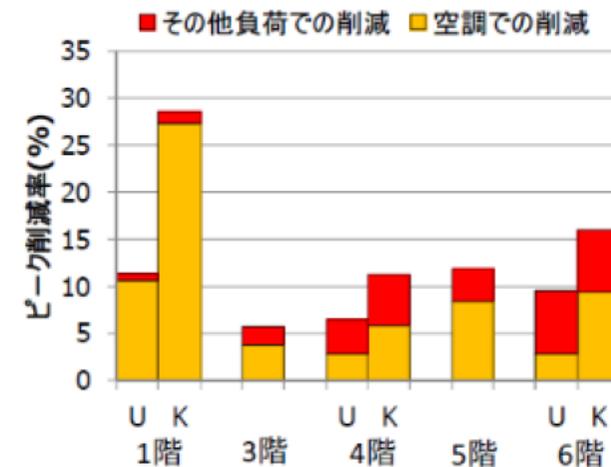
抛出可能割合 | 空調

- 電力中央研究所のレポートにて、ほぼ空調でDRを行っている実証ビル1階の平常時（下記グラフK）のピーク削減率が27%程度。空調の消費エネルギーが全体の50%程度のため、空調の全kWの50%（ $\div 27\% \div 50\%$ ）程度がDRに抛出可能と想定した。

実証ビルの電力消費割合



ピーク削減率



(b) 削減率

図 4-3 全期間ピーク時間削減の内訳

出所：電力中央研究所「オフィスビルを対象にしたデマンドレスポンス制御の実証試験」

<https://criepi.denken.or.jp/ip/kenkikaku/report/download/CH8ceFwvLOTAaILD286nIJ6qNtLPTYOK/Y12025.pdf> を基に日本総研作成

抛出可能割合 | 電気炉

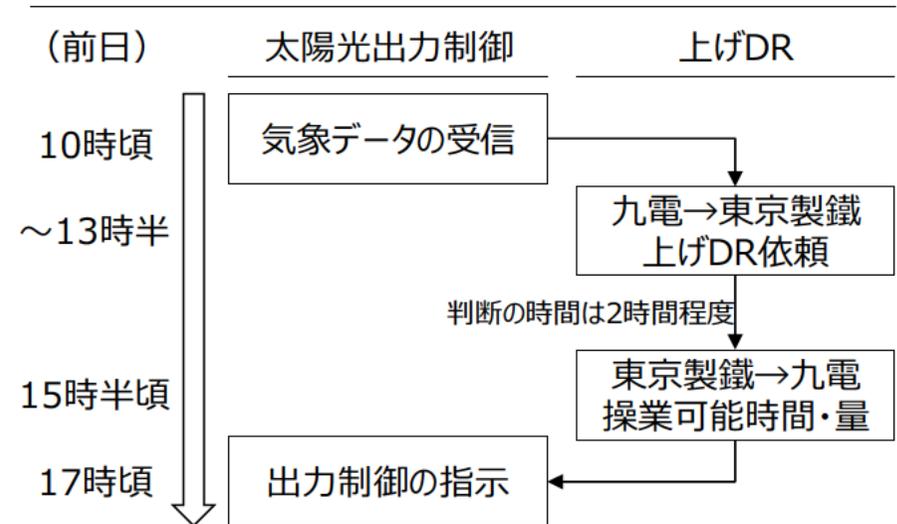
- 東京製鐵は元々電気代の安価な平日夜間や土日を中心に生産を行う調整をおこなっていたが、昼間電気が余る際は、日中を中心にした生産に切り替える「上げDR」への取り組みを行っている。これら取り組みから、電気炉は時間帯を変更するピークシフト型のリソースとして、100%削減可能とした。

九電の時間帯別電気料金と東京製鐵の生産計画

	電気料金	生産計画
平日日中	高	可能な限り回避
平日夜間	低	主な操業時間
土日	低	

- 東京製鐵は九電と時間帯別電気料金契約を結んでおり、平日夜間と土日を中心にした操業を行っていた。
- 一方、生産量の増加に伴い、日中稼働も必要な状況にあり、電気代を見ながら生産計画を立てる状況に既にあった。
- そうした折、日中の供給力余剰に課題を抱える九電が上げDRの相談を持ち掛け、上げDRの取り組みが始まった。
- 2018年秋・2019年春・秋で十数回の上げDRを実施。合計90万kWの需要を創生。

出力制御と上げDRのプロセス (2018年秋)



- 九州電力は前日の13時半までに九電に上げDRを依頼
- 東京製鐵は2時間で操業可能時間・量を九電に通知
- 当日、東京製鐵は見積もった需要を創出し、九電は必要な電力量を届ける

出所：WWFジャパン：東京製鐵および九州電力へのインタビュー記事
https://www.wwf.or.jp/activities/data/20200603_climate01.pdf を基に日本総研作成

抛出可能割合 | その他

- EVやPHVが充電器のある駐車場に駐車している時間を全体の50%と仮定。

リソース	考え方
EV・PHV	充電器のある駐車場に駐車している時間を全体の50%程度と仮定
上下水道	24時間利用しているが10分程度止めることが可能との過去の環境省調査におけるヒアリング結果に基づき、100%抛出可能と想定
HP給湯器	運転時間シフト等により需要抑制、需要造成双方に対応可能であるため、100%抛出可能と仮定
自動販売機	大部分の機器でエコベンダー方式が採用されており、ピークカット機能を適用または解除することで需要抑制または造成が可能であることから、95%抛出可能と仮定
照明機器	利用者のいないエリアでの消灯や照度の調整等により、50%程度抛出可能と仮定

物理的ポテンシャルのΔkW数

リソース種別	2020年			2030年		
	リソース量(MW)	拠出可能率	物理的ポテンシャル(MW)	リソース量(MW)	拠出可能率	物理的ポテンシャル(MW)
自家発電機 (小型)	18,951	40%	7,580	21,096	40%	8,438
自家発電機 (大型1MW以上)	28,837	40%	11,535	32,101	40%	12,840
コジェネ	13,000	40%	5,200	13,200	40%	5,280
家庭用蓄電池	201	13%	25	8,770	13%	1,096
産業・業務用蓄電池	229	13%	29	393	13%	49
HP給湯器 (家庭)	7,880	100%	7,880	24,620	100%	24,620
HP給湯器 (業務)	250	100%	250	5,060	100%	5,060
エネファーム (家庭)	210	14%	30	3,710	14%	530
EV・PHV	621	50%	311	27,200	50%	13,600
電気炉	100	100%	100	100	100%	100
上下水道	580	100%	580	580	100%	580
自動販売機	895	95%	850	850	95%	808
空調設備 (業務用一般)	10,903	50%	5,451	10,903	50%	5,451
空調設備 (業務用蓄熱式)	-	-	1,000	-	-	1,000
照明機器	25,114	50%	12,557	15,982	50%	7,991

出所：各種情報を基に日本総研作成

各リソースの性質・出所

リソース種別	継続時間 (需要造成 9-16時)	継続時間 (需要抑制 16-20時)	応答時間	応答性	出所
自家発電機	3時間以上	3時間以上	1時間～前日程度	中～低	電中研「産業部門における予備力供給型デマンドレスポンスのポテンシャル評価」
コジェネ	2時間	2時間	10分～1時間程度	高～中	大阪ガス実証報告
家庭用蓄電池	7時間	4時間	～10分程度	高	JRI推計
産業・業務用蓄電池	7時間	4時間	～10分程度	高	JRI推計
HP給湯器（家庭）	4～7時間	4時間	～10分程度	高	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
HP給湯器（業務）	4～7時間	4時間	～10分程度	高	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
エネファーム（家庭）	7時間	4時間	～10分程度	高	JRI推計
EV・PHV	4時間	4時間	～10分程度	高	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
電気炉	7時間	2時間	前日	低	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
上下水道	2時間	1～2時間	1時間～前日程度	中～低	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
自動販売機	7時間	4時間	前日	低	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
空調設備（業務用一般）	—	10分	～10分程度	高	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
空調設備（業務用蓄熱式）	7時間	3時間	～10分程度	高	環境省「平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書」
照明機器	—	～数十分	～10分程度	高	JRI推計

出所：各種情報を基に日本総研作成

大阪ガス | ガスコジェネを活用したデマンドレスポンス実証

- 大阪ガスはガスコジェネを利用したデマンドレスポンス実証を進めており、メニューとしては10分前予告、1時間前予告の2メニューを想定し検討を進めている。

大阪ガスが想定するデマンドレスポンスメニュー

要件\メニュー		10分前予告	1時間前予告	前日予告
指令時期		10分前	1時間前	前日
持続時間		1時間	2時間	4時間
ベースラインの算定		事前事後計測 (DR予告30分前～ DR発動予告時の平均値)	High 4 of 5 [当日補正あり]	High 4 of 5 [当日補正あり]
需要家の 協力金	基本協力金	6,500円/(kW・年)	5,000円/(kW・年)	なし
	従量協力金	20円/kWh	20円/kWh	30円/kWh
成功判定	(1) アグリゲーター	契約容量の 90%以上	契約容量の 90%以上	実績による ← 当社は2種類の メニューに参加
	(2) 需要家側	契約容量の 70%以上	契約容量の 70%以上	

出所：大阪ガス資料を基に 日本総研作成

電中研 | 産業部門における予備力供給型デマンドレスポンスのポテンシャル評価

- 電中研のレポートによると、自家発のDR応答可能な事前通知時間はおおよそ1時間～前日、持続時間は3時間以上が多い。

自家発電設備の応答時間および継続時間

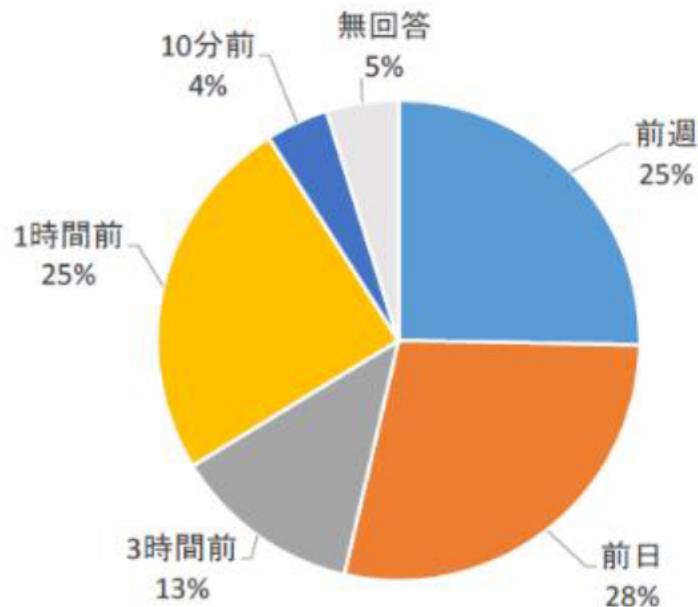


図 3.2.10 自家発を活用した DR 対応：対応可能な事前通知時間 (DR 対応可の自家発保有事業所 N=166)

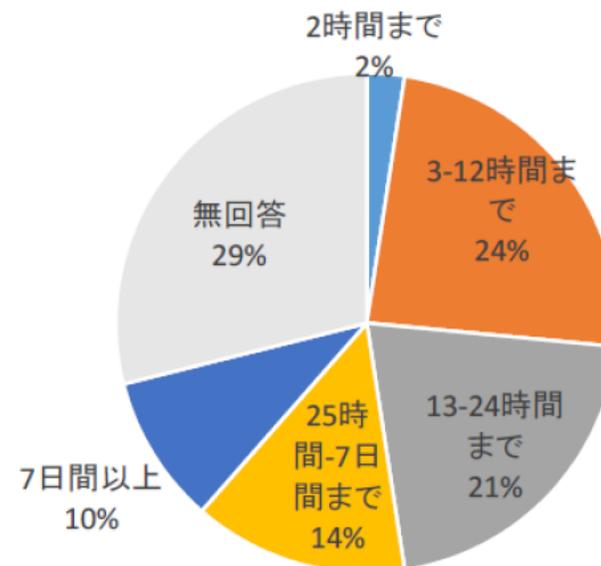


図 3.2.11 自家発を活用した DR 対応：対応可能な継続時間 (DR 対応可の自家発保有事業所 N=166)

環境省 | 平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書

- 環境省の平成28年度報告書によると、各リソースのDR応答可能な事前通知時間および持続時間は以下の通り。

産業リソースの応答性・持続時間

		空調機器	生産プロセス・機器 ^{※2}	電気炉（アーク炉）	電解槽
柔軟性		高 ^{※1}	低	低	低
対応の方向性		需要抑制：○ 需要造成：×	需要抑制：○ 需要造成：△	需要抑制：○ 需要造成：○	需要抑制：○ 需要造成：○
応答時間		～10分：○ ～1時間：○ 前日：○	～10分：△ ～1時間：△ 前日：○	×	～10分：△ ～1時間：○ 前日：○
継続時間		需要抑制：～数時間 ^{※2} 需要造成：-	需要抑制：～数時間 需要造成：～数時間	需要抑制：～数時間 需要造成：半日程度	需要抑制：～数時間 需要造成：半日程度
対応可能 時期・時間	季節	夏期・冬期	通年	通年	通年
	時間帯	昼間中心	昼間・夜間	昼間・夜間	昼間・夜間

出所：環境省資料を基に 日本総研作成

環境省 | 平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書

- 環境省の平成28年度報告書によると、各リソースのDR応答可能な事前通知時間および持続時間は以下の通り。

業務リソースの応答性・持続時間

	上水道	下水道	冷凍冷蔵倉庫	空調機器	自動販売機	業務用ショークース	業務用 HP 給湯機
対象設備	送水ポンプ 汚泥処理設備	汚泥処理設備 沈砂池ポンプ	当該設備	当該設備	当該設備	当該設備	当該設備
柔軟性	低	低	低	高 ^{※1}	低	低	高 ^{※1}
対応の方向性	需要抑制：○ 需要造成：○	需要抑制：○ 需要造成：○	需要抑制：○ 需要造成：○	需要抑制：○ 需要造成：×（非蓄熱式） ○（蓄熱式）	需要抑制：○ 需要造成：○	需要抑制：○ 需要造成：×	需要抑制：○ 需要造成：○
応答時間	～10分：△ ～1時間：○ 前日：○	～10分：△ ～1時間：○ 前日：○	～10分：○ ～1時間：○ 前日：○	～10分：○ ～1時間：○ 前日：○	△ 運転スケジュール設定	△ 庫内温度に依存	～10分：○ ～1時間：○ 前日：○
継続時間	需要抑制：～数時間 需要造成：～数時間	需要抑制：～数時間 需要造成：～数時間	需要抑制：～1時間 需要造成：～半日	需要抑制： ～10分（非蓄熱式） ～数時間（蓄熱式） 需要造成： 半日程度（蓄熱式）	需要抑制： 半日程度 需要造成： 半日程度	庫内温度に依存	需要抑制・造成： 10～20時間程度 ^{※4}
対応可能 時期・時間	季節	通年	通年	通年	夏期・冬期	通年	通年
	時間帯	昼間・夜間	昼間・夜間	昼間・夜間	昼間（非蓄熱式） 昼間・夜間（蓄熱式）	昼間・夜間	昼間・夜間

出所：環境省資料を基に 日本総研作成

環境省 | 平成28年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務報告書

- 環境省の平成28年度報告書によると、各リソースのDR応答可能な事前通知時間および持続時間は以下の通り。

家庭・運輸リソースの応答性・持続時間

		家庭用ヒートポンプ給湯機	電気自動車
柔軟性		高 ^{*1}	高 ^{*1}
対応の方向性		需要抑制：○（主に夜間） 需要造成：○（主に夜間）	需要抑制：○ 需要造成：○
応答時間		～10分：○ ～1時間：○ 前日：○	～10分：○ ～1時間：○ 前日：○
継続時間 ^{*2}		需要抑制・造成：4時間程度 ^{*4}	需要抑制・造成：4時間程度 ^{*4}
対応可能時期・時間	季節	通年	通年
	時間帯	昼間・夜間	昼間・夜間

出所：環境省資料を基に 日本総研作成

経済性を加味したリースの分類

- 小規模でアグリゲート・制御コストの高いリソースおよび柔軟性の低いリソースは経済性を加味した不採算リソースとしてポテンシャルから除外する。（ただし、2030年にかけて一部活用は進むと仮定）

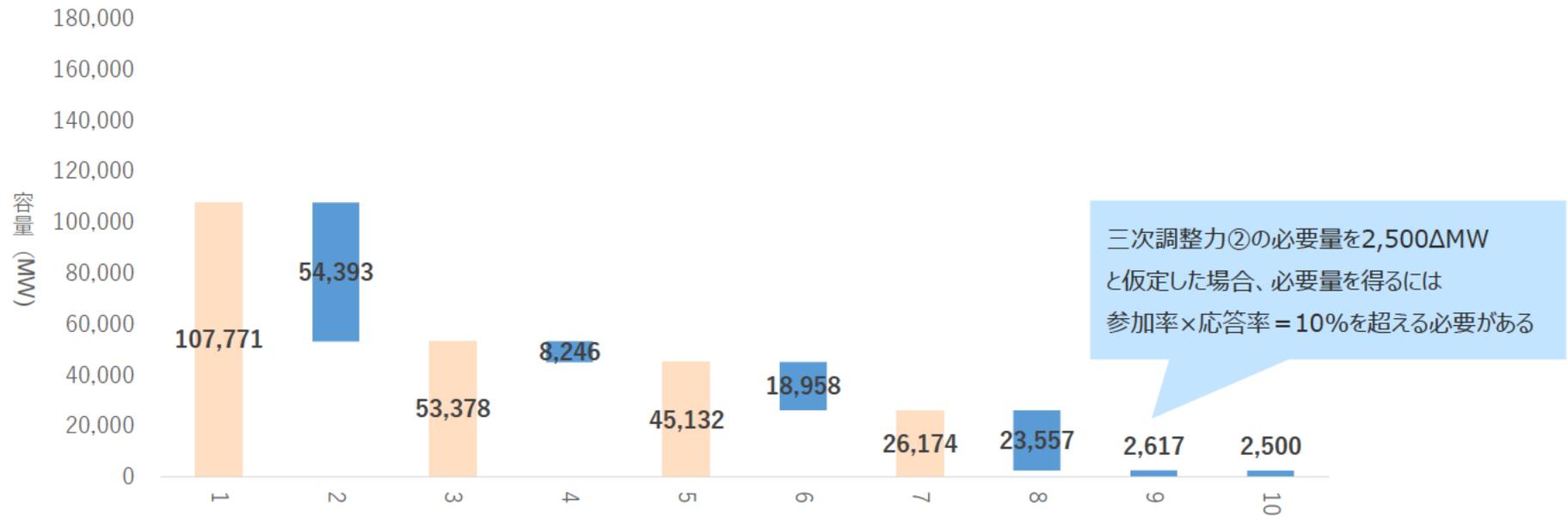
		経済性を加味したポテンシャル除外理由	2020年→2030年での変化
小規模	家庭用蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> 家庭用などの一つ一つの規模が小さいリソースを調整力として用いる場合、複数のリソースをアグリゲートする必要がある。 現状、個別機器・リソース保有者の条件（容量、出力、使用形態など）を基にアグリゲーターが個別にアグリゲート設定を行う必要があり、アグリゲート・制御のコストが高く、当面採算性が合いにくいリソースと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> 2030年にかけて実証等の成果からアグリゲーションによる活用が進み、採算の取れるレベルにまで進展すると仮定
	HP給湯器（家庭）		
	エネファーム（家庭）		
	EV・PHV		
低柔軟性	空調設備（業務用一般）	<ul style="list-style-type: none"> 応答性・継続性の低いリソースは利用者の使い勝手が悪く、得られる対価が低く、調整力としての活用期待度は低いと考えられる。 また、本調査の対象としている“柔軟な”調整力とは言えない。 	<ul style="list-style-type: none"> 2030年にかけて活用状況は変わらないと仮定
	照明機器		
	電気炉		
	自動販売機		

出所：日本総研作成

調査結果のまとめ（2020年）

- 物理的なポテンシャルは53GW、経済性を加味したポテンシャルは45GW（高位）-26GW（低位）となる。
- 必要な三次調整力②必要量を2,500MWと仮定すると低位においても、現時点で10倍のポテンシャルがあると想定され、10%の参加率×応答率が得られれば、必要なポテンシャルは確保できると見られる。

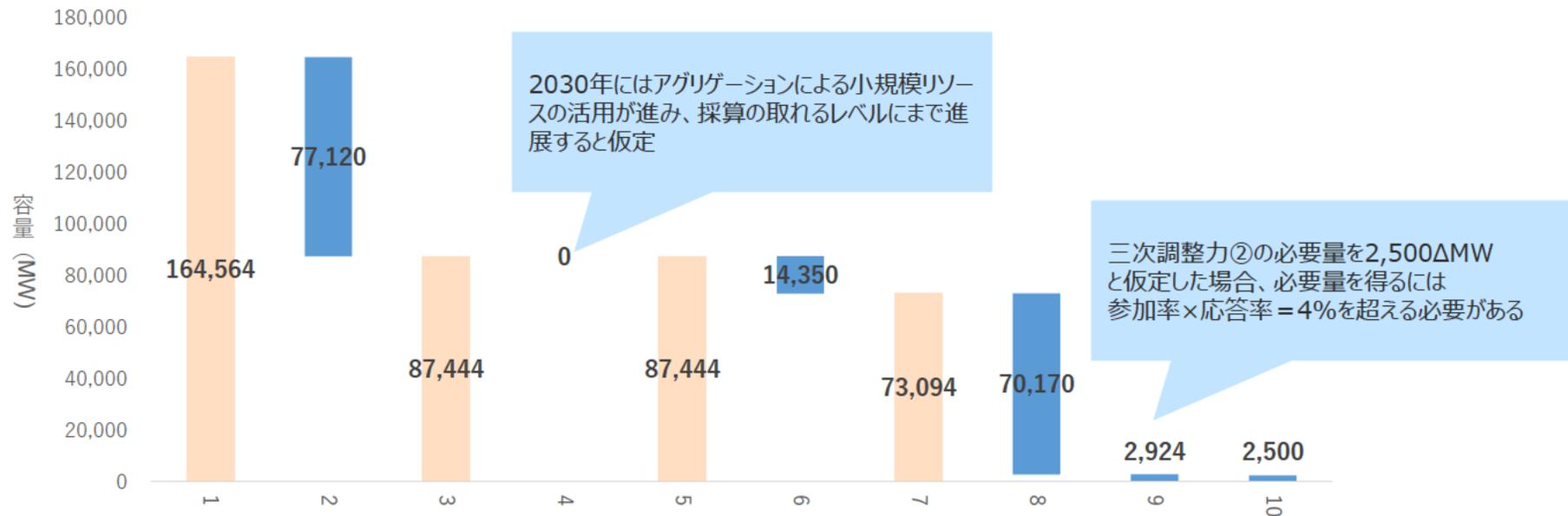
現在の柔軟な調整力ポテンシャル量と調整力必要量との比較（2020年）



調査結果のまとめ（2030年）

- 2030年では物理的なポテンシャルは87GW、経済性を加味すると87GW（高位）-73GkW（低位）となる。
- 低位においても、4%の参加率×応答率が得られれば、必要なポテンシャルは確保できると見込まれ、これらリソースが入りやすい市場設計の在り方が重要になると考えられる。

現在の柔軟な調整力ポテンシャル量と調整力必要量との比較（2030年）



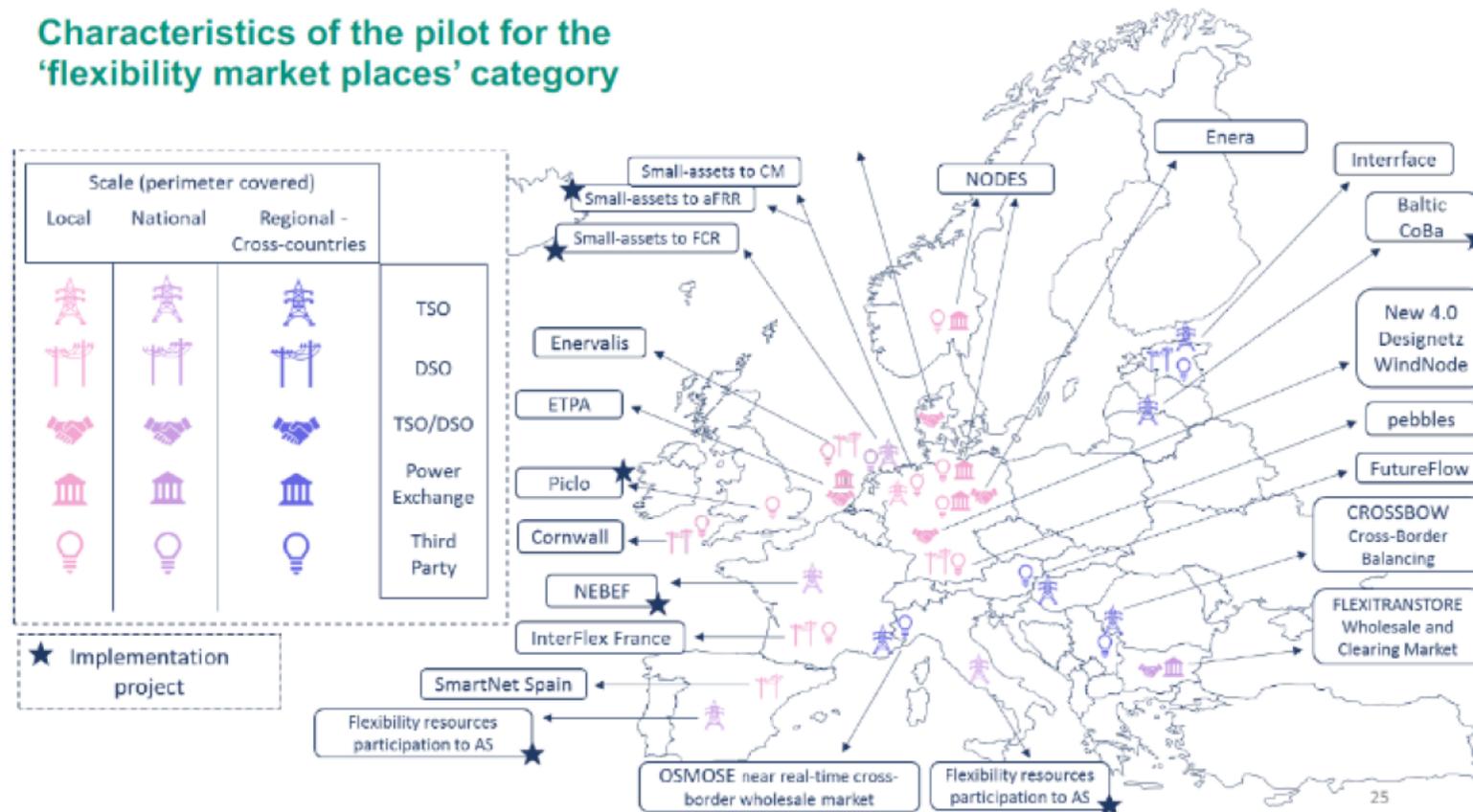
③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

(1) ローカルフレキシビリティマーケット

欧州におけるローカルフレキシビリティ市場の状況

- 欧州におけるローカルフレキシビリティ市場は、以下の22事例等、各国で多数の取組が進められている。

Characteristics of the pilot for the 'flexibility market places' category



出所：Flexibility Framework & Mapping (2019年12月 ENTSO-E) を基に日本総研作成

(参考)ローカルフレキシビリティ市場のエリアと電圧階級

- 欧州におけるローカルフレキシビリティ市場の実施エリアと電圧階級は、以下の通り。

実施国・地域	イギリス	ドイツ	オランダ	北欧
プロジェクト	Piclo flex	ローカルフレキシビリティ市場	GOPACS	NODES_sthlmflex
エリア	✓ エリア：イギリス全域 ※ イギリスのDNO14社のうち、6社が参加し、概ね全国をエリアに設定 ※ イギリスの世帯数：2,760万世帯 	✓ エリア：Aurich、Friesland、Wittmund ✓ 世帯数：20万世帯 ✓ 居住者数：39万人 ✓ 再生可能エネルギーのシェア：235%	✓ エリア：オランダ全域 ※ オランダの全DSOが、既存の統合市場を基礎とするローカルフレキシビリティ市場に参加し、概ね全国をエリアに設定 ※ オランダの世帯数：792万世帯	✓ エリア：スウェーデン スtockholm ※ 参加するDSOの管轄エリアにおいて、フレキシビリティ提供者を探し、エリアに設定 ※ 居住者数：90万人
電圧階級	✓ 11 kV以下	✓ 20 kV以下	✓ 110kV以上 および ✓ 50kV以下	✓ Pilot：22kV以下 ✓ Extended：132kV以下
出所	<ul style="list-style-type: none"> Piclo Flex(October 2018) Office for National Statistics「Overview of the UK population: August 2019」 	<ul style="list-style-type: none"> epexspot「Local Flexibility markets a market based solution to solve local grid congestions」 	<ul style="list-style-type: none"> GOPACS「Markets and platforms for grid/flexibility services -TSO-DSO cooperation」 StatistaのWebサイト (https://www.statista.com/statistics/519863/total-number-of-households-in-the-netherlands/) 	<ul style="list-style-type: none"> Svenska kraftnät「Short presentation sthlmflex 20200611」 City of StockholmのWebサイト (https://international.stockholm.se/)
	<ul style="list-style-type: none"> Tim Schittekatte「Introduction to Flexibility Markets」 			

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例まとめ

- 欧州のローカルフレキシビリティ市場は、導入初期段階にある。イギリス・ドイツでは、独立した新市場を、オランダ・北欧では、既存市場と統合した市場を設計し、系統の混雑解消や増強回避等を目的としてフレキシビリティを取引中。



実施国・地域	イギリス	ドイツ	オランダ	北欧
期間	✓ 2019年～	✓ 2019年～	✓ 2019年～	✓ 2018年～
プロジェクト	Piclo flex	ローカルフレキシビリティ市場	GOPACS	NODES
フレキシビリティの利用目的	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 系統増強回避 ✓ 計画停止対策 ✓ 計画外停止対策(事故前) ✓ 計画外停止対策(事故後) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再給電指令の代替としての混雑解消 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再給電指令の代替としての混雑解消 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 系統増強回避 ✓ 再給電指令の代替としての混雑解消
取引概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DNOが、実運用の数か月前に、フレキシビリティについて、必要個所と用途、買取価格を開示し、フレキシビリティ提供者等※1から購入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ TSOやDSOが、当日市場と同時時間帯に運営されるローカルフレキシビリティ市場において、フレキシビリティ提供者等※2からフレキシビリティを購入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ フレキシビリティ提供者等※2が、通常の商品情報に場所情報を付加した商品について、売り/買い入札を行う。 ✓ TSOやDSOは、入札の差額を、フレキシビリティ提供者等※2に支払うことで、フレキシビリティ取引を成立させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ TSOやDSOが、必要な個所、供給力のパターン、時間等を自由に設定したフレキシビリティを、フレキシビリティ提供者等※2から購入する。
LF市場と既存のエネルギー市場との関係	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 独立した新市場 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 独立した新市場※3 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当日市場と統合した市場 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ エネルギー市場・需給調整市場と統合した市場

※1 フレキシビリティ資源の保有者を含めた小売事業者

※2 フレキシビリティ資源の保有者を含めた発電・小売事業者

※3 ただし、スポット市場における当日市場と、同時時間帯に運営される

出所：Tim Schittekatte「Introduction to Flexibility Markets」、
 電力中央研究所「イギリス・ドイツのローカルフレキシビリティ市場の動向と課題」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例まとめ_メリットと共通課題

- 各市場は、既存市場を考慮の上、新たな目的を設定した商品や、関係者間で設計可能な商品、既存市場での反対売買、タグ情報等による容易な運用等、多様なメリットを設定。一方、共通課題としては、市場間の連携・統一性の検討、TSOやDSO間で、調整効果の相殺を防ぐための、役割の再定義や協調強化等がある。

	← 独立した新市場	← 既存の市場と統合		
	Piclo flex	ローカルフレキシビリティ市場	GOPACS	NODES
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ✓ フレキシビリティは、固定価格で、運用の数か月前に調達でき、最長約1年の運用期間設定が可能。 ✓ 一定の長期安定性を有するフレキシビリティは、配電設備の増強回避や緊急時の予備にも活用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ローカルフレキシビリティ市場と当日市場は、同時間帯に開場されるため、一方の市場で生じたインバランスを、他方の市場で反対売買し、低減可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 通常の売りと買いの入札に、フレキシビリティにかかるタグ情報を付与することで、既存の当日市場においてフレキシビリティを利用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既存のエネルギー市場・需給調整市場を活用し、TSOやDSOが、個別に商品内容を決定でき、自由度の高い取引が可能。
主な共通課題	<p>【市場の連携・統一性の検討】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ローカルフレキシビリティ市場は、ローカルフレキシビリティ市場間、および、既存の市場との連携・統一を図ることで、TSOやDSO、フレキシビリティ提供者の調査・取引コストを抑えるとともに、包括的なフレキシビリティの調整、配分につながる。 ✓ 一方で、規制等により連携・統一を図ることで、市場の参加者は、市場の選択等の自由が制限されうるとともに、市場の運営者は、独占的な立場に立ちかねない。 ✓ こうした競争性の低下は、自生的なイノベーションの阻害にもつながり、効率的な市場形成を妨げかねない。 ✓ ローカルフレキシビリティ市場の健全な発展のためには、連携・統一を図ることが一案となりうるが、加えて、規制のあり方、イノベーションを伴う市場の効率化の余地も踏まえて検討を進めることが必要とみられる。 <p>【TSO・DSOの協調強化(役割の再定義)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ TSOによる需給調整メカニズムや送電網の混雑管理の効果は、DSOによるフレキシビリティの活用により、相殺される可能性があるため、TSOとDSOの協調を強化する仕組み作りが必要とみられる。 ✓ 仕組み作りのためには、TSOやDSO等の各関係者の役割を再定義し、市場を発展させていくことが必要とみられる。 			

出所：各種資料を基に日本総研作成

(参考)ローカルフレキシビリティ市場の将来予測

- イギリスのガス・電力市場局では、将来的なローカルフレキシビリティ市場・プラットフォームの構築に向けて、4つのプラットフォームモデルの分類に基づき、予測を行っている。

プラットフォームのモデル分類

	Uncoordinated	Coordinated (Incl. market coupling)	Super-platform	Single Market
Platforms	Many	Many	Single	Single
Markets	Many	Many	Many	Single
Common Standards	No	Yes	Yes	Yes
Governance	Independent	Negotiated	Centralised	Centralised

- ✓ プラットフォーム(レベル)：それぞれ事前の登録や認証により識別された関係者が、限定的にアクセスできる領域
- ✓ 市場(レベル)：取引等に適用されるルールが同一である領域
- ✓ 共通基準：相互に運用可能なシステム、共通のデータモデル、取引を最少化するための共通の取引方法という3つの要素に基づく共通性
- ✓ ガバナンス：共通基準と類似し、共通基準が、定義、更新されるところの枠組

出所：Ofgem「Ofgem's Future Insights Series Flexibility Platforms in electricity markets」等を基に日本総研作成

(参考)ローカルフレキシビリティ市場の将来予測

- ローカルフレキシビリティ市場・プラットフォームは、以下4モデルの中では、Single marketに一定の優位性がみられる。しかし、将来のあるべき市場構築に向けては、規制や効率化等の観点も考慮が必要とされている。

プラットフォームの各モデルにかかるメリット・デメリット

モデル	概要	メリット	デメリット
Uncoordinated	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 複数のプラットフォームで、関係者は、地域内または、地域を跨いで活動 ✓ 関係者は、独立的で、協調は限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ イノベーションの制約がない ✓ 規制等の参入障壁が低い ✓ 将来の市場構築が、市場に委ねられる 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関係者の調査・取引コストは、単一のプラットフォームと比べ、高い ✓ 全国的にはフレキシビリティを調整できない ✓ 同一技術の固定化により将来のイノベーションを阻害
Coordinated	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 複数のプラットフォームが、様々な地域で独立的に運営される ✓ ただし、各プラットフォームは、共通基準により調整される ✓ 関係者は、複数のプラットフォームを跨ぎ、同一の基準で取引可能 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関係者が複数のプラットフォームを跨いだ取引を行う場合の調査・取引コストを削減可能 ✓ 全国的にフレキシビリティを調整可能 ✓ 同一技術が固定化するリスクを低減可能 ✓ 将来の市場構築が、市場に委ねられる 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ イノベーションに制約がかかる ✓ 規制等の参入障壁がある ✓ 全国的なフレキシビリティの調整には複雑さを伴う
Super platform	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 単一のプラットフォームで、複数の市場が運営される ✓ 関係者は、場所や資源、CO2の排出量等の基準を満たす場合、いずれの市場にも参加可能 ✓ 単一のプラットフォームの運営者は、国内で独占状態となるため、公益性を保つ規制が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関係者の調査・取引コストは、僅少 ✓ 全国的にフレキシビリティを調整可能 ✓ 関係者は容易に市場を変更可能 ✓ 複数の市場を跨いで取引可能 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラットフォームレベルでの独自のイノベーションは生じない ✓ 市場レベルでの差別化は限定的 ✓ プラットフォームの運営者には、直接的な規制が必要
Single market	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 単一のプラットフォームで、単一の市場が運営される ✓ 関係者は、単一の方法で市場に参加でき、市場の選択は不要 ✓ 単一市場では、地域や混雑状況の情報に基づき、特定の地域にフレキシビリティ資源と関係者を配分可能 ✓ 単一のプラットフォームと市場の運営者は、国内で独占状態となるため、公益性を保つ規制が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関係者の調査コストを排除 ✓ デフォルトとして全国的にフレキシビリティを調整可能 ✓ 最適な地域の市場に、フレキシビリティを自動的に配分可能 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラットフォームと市場の運営者には、直接的な規制が必要 ✓ 関係者にはプラットフォームや市場の選択肢がない ✓ イノベーションのスコープが限定される

出所：Ofgem「Ofgem's Future Insights Series Flexibility Platforms in electricity markets」等を基に日本総研作成

(参考)ローカルフレキシビリティ市場のメリットと課題

- Cornwall Local Energy Marketのレポートによると、ローカルフレキシビリティ市場は、系統の混雑解消と電源の効率的運用に寄与するとする一方、TSO・DNO間で混雑解消効果が相殺されぬよう、協調強化を課題視。

ローカルフレキシビリティ市場のメリットと課題

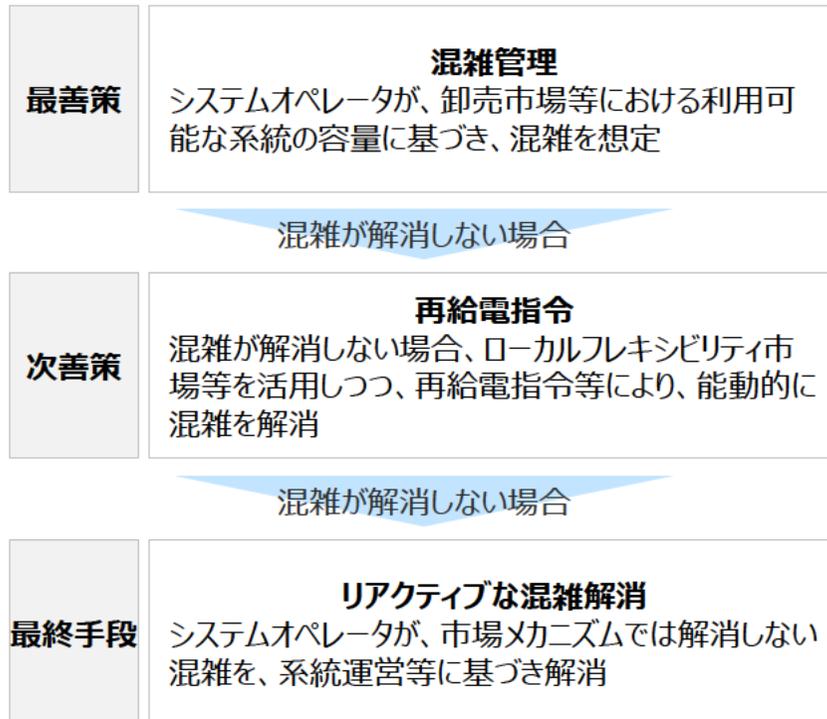
<p>LFMにおける フレキシビリティ 活用のメリット</p>	<p>【系統の混雑解消と各種電源の効率的運用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ フレキシビリティの適切な活用は、将来的に、再エネ導入増大による系統混雑をバランスさせることに寄与し、再エネ電源の出力抑制を減少させ、既存電源の効率的運用につながる。 ✓ 具体的には、以下のメリットがある。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 再エネ電源の余剰が増大する時間帯において、需要を増大させ、出力抑制を回避する ➢ 既存電源の稼働抑制等により、オペレーションコストを削減する ➢ 調整のための容量が抑えられ、必要な発電設備の小規模化を可能にし、投資を縮小する ➢ 系統の強化や拡張を延期・回避させる
<p>課題</p>	<p>【TSO・DNOの協調強化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ローカルフレキシビリティ市場の拡大は、TSOとDNO間の葛藤を生じうるため、フレキシビリティの経済価値最大化を図るべく、国全体と各地域のニーズを一層協調させ、TSOとDNOが協調できるようにすることが課題。 <p>【TSOとDNO間の葛藤の例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 例えば、国全体では、風力発電に余剰がある時間帯に、地域的には、需要がピークとなりうる。 ➢ この状況下で、TSOとDNO間で事前調整ができない場合、フレキシビリティ資源は、余剰風力発電を吸収するために国全体のレベルで電力需要増大の指令(例：電気料金の低下)を受け一方、同時に、地域のDNOからは、配電網に過剰な負荷を与えぬよう、電力需要減少の指令(例：配電網の切替)を受けられる場合が想定される。 ➢ 現状では、TSOとDNOの協調は限定的である。 <p>【TSO・DNOの役割・市場の再定義】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 上記の協調強化を進めるには、TSOやDNO等の各関係者の役割を再定義し、市場を再構築していく必要がある。

出所：Imperial College London「Review of Electricity Market Design Challenges and Recommendations」等を基に日本総研作成

(参考)ローカルフレキシビリティ市場の位置づけ

- 欧州では、再エネ導入増大に伴う混雑解消対策として、ローカルフレキシビリティ市場におけるフレキシビリティの活用が注目されているが、この策は、可能な対策のうちの一つであると位置づけた上で、議論されてもいる。

混雑解消対策におけるローカルフレキシビリティ市場の位置づけ



- ✓ 欧州では、ローカルフレキシビリティ市場による混雑解消対策は、次善の策であり、それ以外の混雑解消の余地もありうるとした上で、議論が進められてもいる。



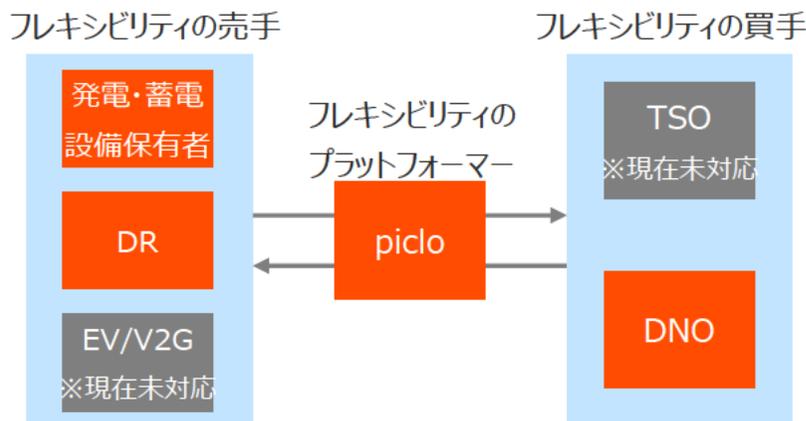
ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 piclo) 概要

- イギリスでは、政府の後押しの下、picloがローカルフレキシビリティマーケットのプラットフォームを立ち上げ、2019年2月より商用化。現在、4つの配電事業者（DNO）が利用中である。

イギリス Piclo flex 概要

プロジェクト	Piclo flex
実施国・地域	イギリス
関係者	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Piclo(イギリス プラットフォーム) ✓ TSO (National Grid) ※ ✓ DNO(6社) ✓ フレキシビリティ提供者 ※実証参加のみの事業者を含む

Piclo flexの取引イメージ



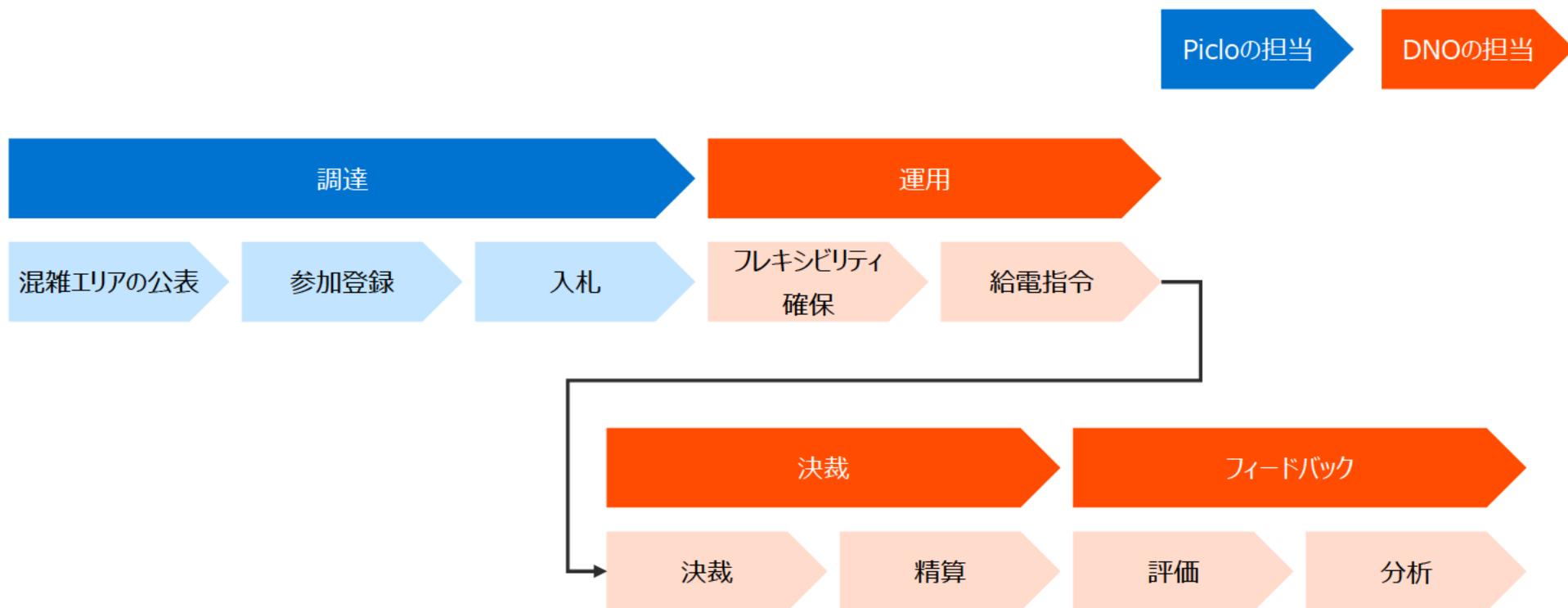
Piclo 主な経歴

2013-2014	• Piclo (当時Open utility) を設立
2014.9	• DECC (エネルギー気候変動省) から、P2P取引に関連して50万£を調達
2017.9	• BEIS(ビジネス・エネルギー・産業戦略省)から、フレキシビリティマーケットに関して1.9百万£を調達
2018.6	• イギリス国内向けに、フレキシビリティマーケットプレイスを立ち上げ
2019.2	• 6つの配電事業者（DNO）と175の事業者が参加した実証プロジェクトを終了
2019.3	• 配電事業者のSSENと初めて商用契約を締結
2019.7	• 配電事業者のUKPNのエリアで初めて実施された入札結果が公表 (Limejump、Moixa、Powervault、AMP Clean Energyの4社が落札)
2020.7	• 現在4配電エリアでマーケットが運用中

出所：PicloのWebサイト(<https://www.piclo.energy/>)、Piclo「Flexibility & Visibility」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 piclo) Picloでの取引フロー

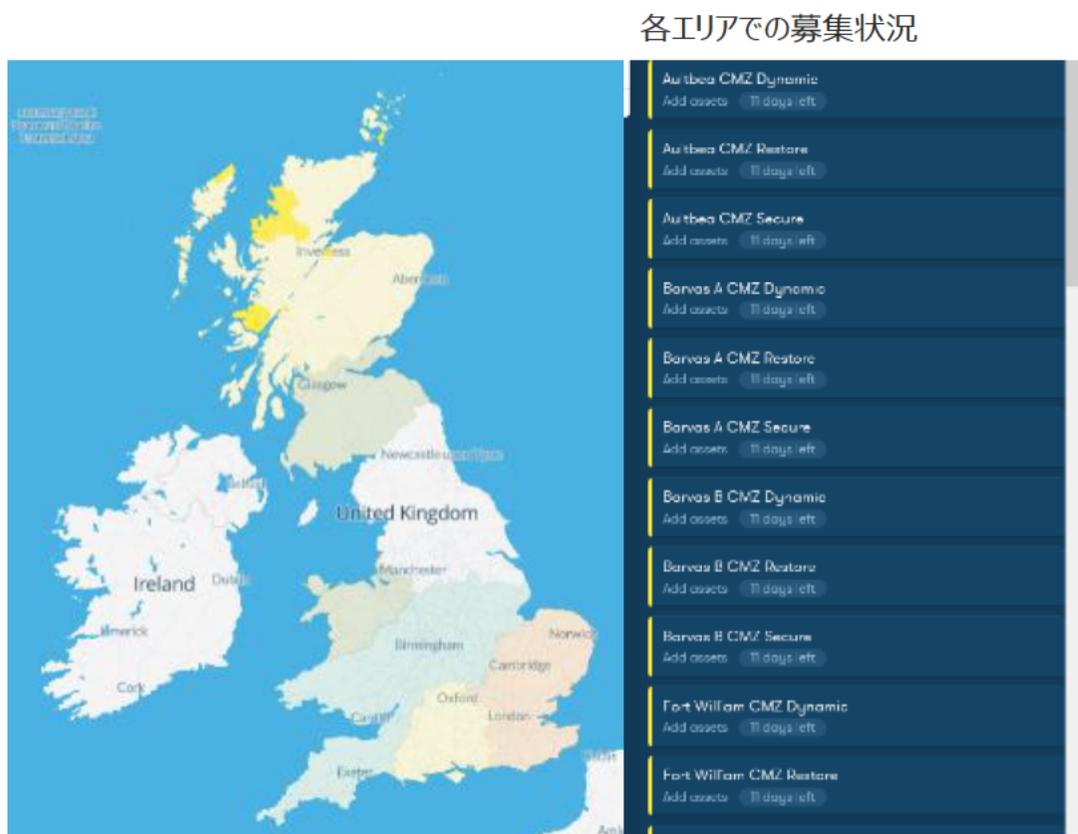
- 取引フローは調達、運用、決済、フィードバックの4段階で構成されており、現状調達に関する部分以外はそのそれぞれのDNOが担っている。



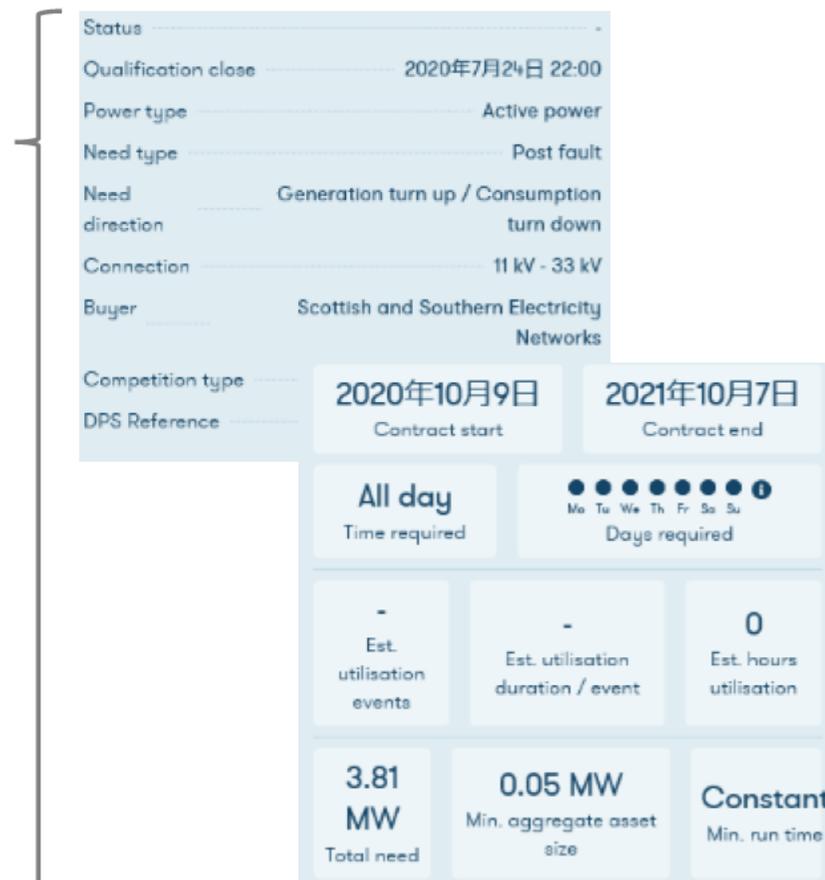
ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 piclo) 取引画面

- Picloが提供する取引プラットフォームでは、募集している商品の仕様を確認することができる。

ダッシュボード画面の一例



商品の説明画面



Status: [Dropdown]

Qualification close: 2020年7月24日 22:00

Power type: Active power

Need type: Post fault

Need direction: Generation turn up / Consumption turn down

Connection: 11 kV - 33 kV

Buyer: Scottish and Southern Electricity Networks

Competition type: [Dropdown]

DPS Reference: [Dropdown]

Contract start: 2020年10月9日

Contract end: 2021年10月7日

Time required: All day

Days required: [Calendar view]

Est. utilisation events: -

Est. utilisation duration / event: -

Est. hours utilisation: 0

Total need: 3.81 MW

Min. aggregate asset size: 0.05 MW

Min. run time: Constant

出所: PicloのWebサイト, 2020.7.13閲覧 <https://www.piclo.energy/> を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 UKPN) 主な商品

- 扱商品はDNOによって異なっており、UK Power Networksの場合、目的に応じて4種類の商品を用意している。

調達目的		調達方法	調達必要期間	支払単価	契約期間	排他事項
系統増強回避		競争入札or 管理価格	6-18か月	£ /MW及び £ /MWh	1~4年	無し
計画停止対策		競争入札or 管理価格	ケースバイケース 1~12か月	£ /MW及び £ /MWh	月間or 季節単位 (夏季/冬季)	無し
計画外停止対策*	事故前 (Pre-fault)	枠組合意	--	£ /MWh	枠組合意	無し
	事故後 (Post-fault)	契約オプション				

*計画外停止対策については発生を予測することが難しいため、参加登録及びMWh単価登録を行った事業者全てを対象としたメリットオーダーによって調達先を決定する。

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 UKPN) 取引量

- UK Power Networksのエリアで2020年4月に実施された取引では、総額14百万 £、123MWが約定した。



ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 UKPN) 取引価格

- UK Power Networksのエリアで2019年に実施された入札では、KiWi Power とSocial Energy Limitedの2社が落札し、容量価格の最高額は3,880 (£/MW/h) であった。

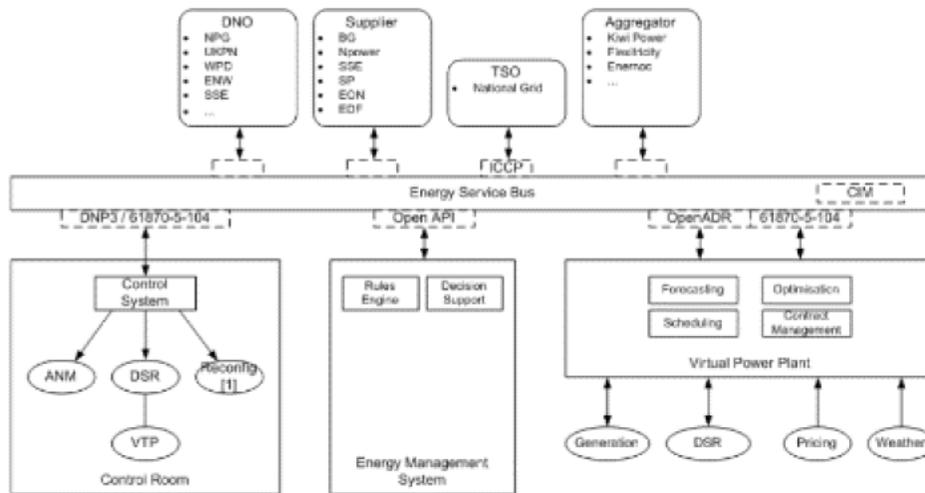
エリア	落札者	確保容量 (MW)	容量価格 (£/MW/h)	利用価格 (£/MWh)	開始期間	終了期間
Aberdeen Place B	KiWi Power	0.492	6.50	160.00	2020/11/1	2021/2/1
North Drive	KiWi Power	0.480	35.00	200.00	2020/12/1	2021/4/1
Reed	Social Energy Limited	0.080	3880.00	0.00	2020/12/1	2021/3/1
St. Helier	Social Energy Limited	0.080	646.60	0.00	2022/12/1	2023/3/1
St. Helier	Social Energy Limited	0.080	646.60	0.00	2020/12/1	2021/3/1
St. Helier	Social Energy Limited	0.080	646.60	0.00	2021/12/1	2022/3/1
St. Helier	Social Energy Limited	0.080	646.60	0.00	2023/12/1	2024/3/1
Wingham	Social Energy Limited	0.060	970.60	0.00	2020/12/1	2021/3/1
Wingham	Social Energy Limited	0.060	970.60	0.00	2021/12/1	2022/3/1
Wingham	Social Energy Limited	0.060	970.60	0.00	2022/12/1	2023/3/1
Wingham	Social Energy Limited	0.060	970.60	0.00	2023/12/1	2024/3/1

出所 : Flexibility Services - Procurement 2019 Post Tender Report - Bids 2019 (UK power networks)を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall) 取引市場・フロー

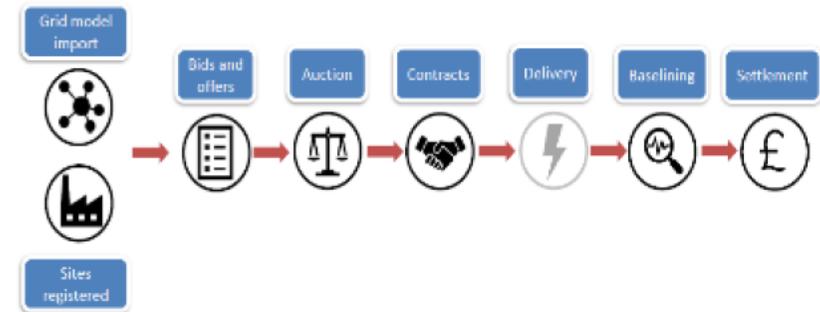
- Cornwall Local Energy Marketは、DNO等の各関係者が容易にアクセスして取引ができる共通プラットフォームとして構想され、取引の全てのプロセスを統合的に運用可能な設計となっている。

初期の取引市場のコンセプト



- ✓ 取引市場の基本コンセプトは、共通プラットフォームが、「ソケット」のように機能し、DNO等が、「プラグ」のような形でアクセスし、取引を行えるというもの。

取引フローのイメージ



Cornwall Local Energy Marketは、各種取引を統合的に運用可能なプラットフォームとして設計されている。

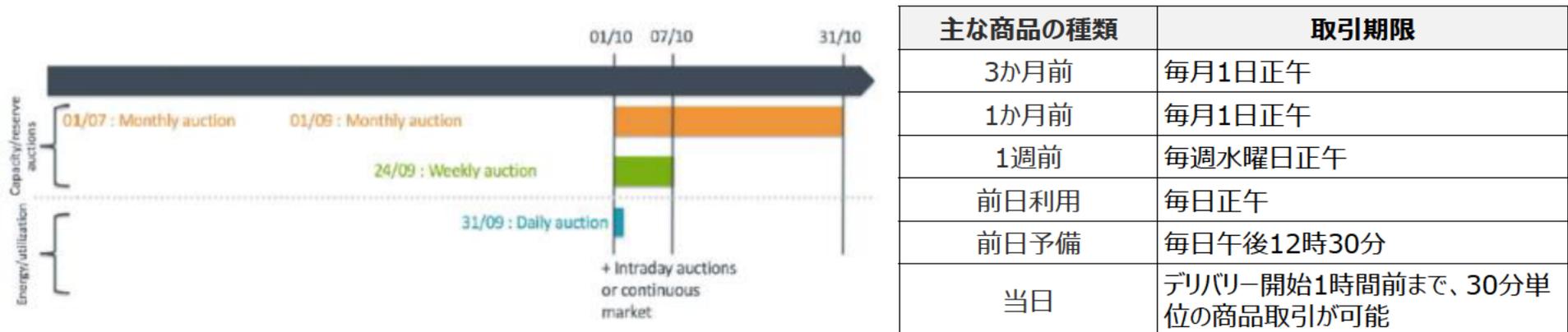
- | | |
|----------------|---------|
| ① 系統情報、電源施設の登録 | ④ 契約 |
| ② 入札 | ⑤ デリバリー |
| ③ 取引 | ⑥ 分析 |
| | ⑦ 決済 |

出所：central「Cornwall Local Energy Market」、Western Power Distribution「Visibility Plugs and Sockets - Closedown Report」等を基に日本総研作成

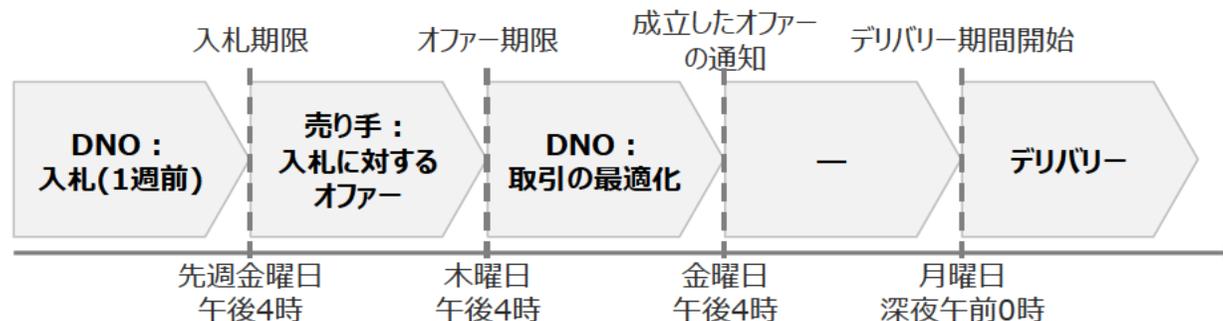
ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall) 取引タイムライン

- 取引のタイムラインは、1週間前を期限とするプロトタイプから運用を開始し、その後、期限の異なる複数の商品の取引を可能とするよう、最適化が進められた。

取引タイムラインのイメージ(フェーズ2：2019年8月～2019年12月)



(参考) 取引タイムラインのイメージ(フェーズ1：2019年5月～2019年8月)

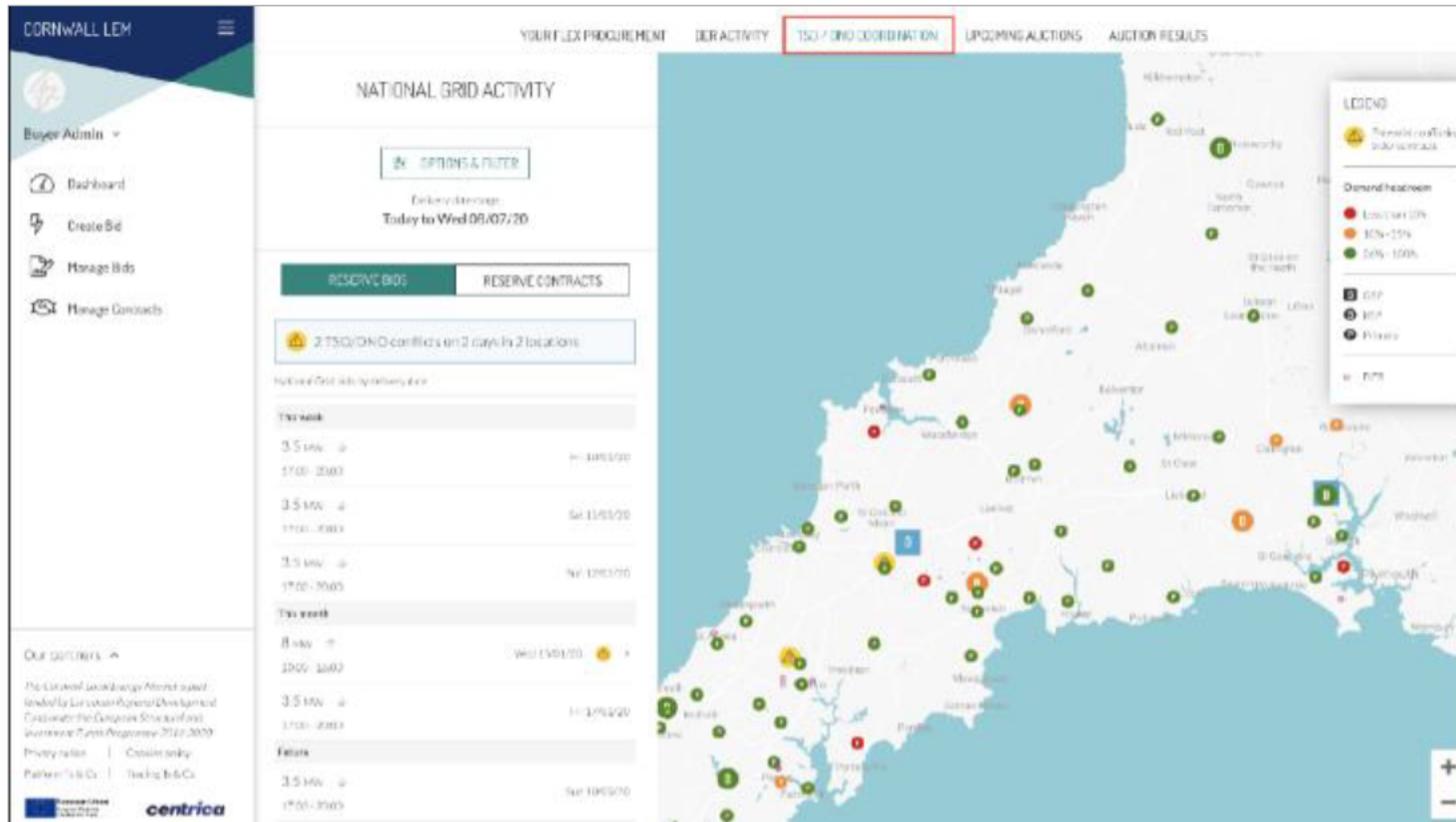


✓ 取引タイムラインのプロトタイプは、DNOが、1週間前までに入札情報を作成する設定。

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall) 取引画面

- Cornwall Local Energy Marketの取引画面は、フレキシビリティの取引に必要となる、時間や容量、場所等の情報が可視化され、円滑な取引に寄与する。

取引画面のイメージ



出所：centrica「Cornwall Local Energy Market」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall) 主な商品

- 主な商品は、3か月前から1週間までの長期取引、前日取引、当日取引等がある。特に当日取引は、デリバリーの1時間前までに行うもので、当日中、30分を単位として扱う。

主な商品の概要

主な商品の種類		TSO・DNOの取扱	
		Western Power Distribution	National Grid ESO
長期	3か月前予備	○	○
	1か月前予備	○	○
	1週間前予備	○	○
前日	前日利用	○	—
	前日予備	—	○
当日利用		○	○

- ✓ 単位：30分
- ✓ 最小サイズ：50kW(WPD)、500kW(NG)
- ✓ 各地域情報を設定する
- ✓ 当日取引は、利用分のみの取引であり、デリバリー開始1時間前までに行い、当日中のデリバリーを対象とする(例：午前10時に行われた取引は、午前11時から深夜午前0時まで、30分を単位とする取引が可能)



出所：Western Power Distribution「Visibility Plugs and Sockets - Closedown Report」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall) 取引量

- 2020年2月時点で、フレキシビリティの登録容量は、25MW以上となり、取引数は100以上となっている。

取引量(2020年2月時点)



出所 : central「Cornwall Local Energy Market」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall) 取引価格

- 2019年8月～12月の確保価格の平均は、19 £ /MW/h、利用価格の平均は、283 £ /MWhとなった。

取引価格(フェーズ2 : 2019年8月～2019年12月)

サービスの種類 /確保通知期間	取引数 (取引)	平均確保価格 (£ /MW/h)	平均利用価格 (£ /MWh)
当日	9	—	218
1週間前	8	19	279
1か月前	2	17	246
3か月前	2	18	345
平均		19	283

WPD event number	Event date	WPD Site location	WPD site type	Max MW	Up /down	Time	MWh	WPD Service type	Auction type	Reservation price £/MW/h	Utilisation price £/MWh
1	06/09/2019	St. Austell	SSP	1.85	up	16:30 - 19:30	5.56	Secure evening peak1	day ahead	N/A	315
2a	10/09/2019	Fraddon	SSP	2.05	up	16:30 - 19:30	6.15	Secure evening peak1	week ahead	17.5	380
3	13/09/2019	Fraddon	SSP	0.10	up	16:30 - 19:30	0.80	Secure evening peak1	week ahead	30	277.5
4	05/12/2019	St. Austell	SSP	1.70	up	16:30 - 19:30	5.10	Secure evening peak1	3 month ahead	17.5	345
5	06/12/2019	Fraddon	SSP	2.05	up	16:30 - 19:30	6.15	Secure evening peak1	3 month ahead	17.5	345
6	01/10/2019	Truro	SSP	0.05	up	16:30 - 19:30	0.15	Secure evening peak1	month ahead	16.5	277.5
8	20/09/2019	Drinnick	Primary	0.90	up	16:30 - 19:30	2.70	Secure evening peak1	week ahead	17.5	315
9a	27/09/2019	Fraddon	SSP	1.40	up	08:00 - 11:30	4.90	Post fault morning	within day	N/A	400
9b	27/09/2019	Truro	SSP	0.05	up	08:00 - 11:30	0.18	Post fault evening	within day	no contract achieved	
10	01/10/2019	Bagle	Primary	1.15	up	11:30 - 15:00	4.05	Post fault midday	within day	N/A	325
7b	03/10/2019	Newlyn	Primary	0.05	down	12:00 - 15:00	0.15	Post fault midday	week ahead	20	315
11	03/11/2019	Truro	RSP	0.15	up	16:30 - 19:30	0.45	Secure - evening peak1	month ahead	17.5	215
9b	22/10/2019	Fraddon	RSP	1.00	up	16:30 - 19:30	3.00	Secure evening peak1	week ahead	30	315
12	24/10/2019	Neotyn	Primary	0.05	up	16:30 - 19:30	0.15	Secure evening peak1	week ahead	30	240
13	13/11/2019	Fraddon	RSP	1.30	up	08:00 - 10:30	4.25	Post fault morning	within day	no contract achieved	
14	14/11/2019	Truro	RSP	0.05	up	08:00 - 10:30	0.125	Post fault morning	within day	N/A	200
15	15/11/2019	Bagle	Primary	1.10	up	11:30 - 14:00	3.50	Post fault - midday	within day	N/A	300
16	28/11/2019	Fraddon	RSP	0.05	up	16:30 - 18:30	0.15	Secure - evening peak1	week ahead	30	220
17	25/11/2019	Truro	RSP	0.05	up	16:30 - 18:30	0.15	Secure - evening peak1	week ahead	30	220
18	29/11/2019	Fraddon	RSP	0.05	up	16:30 - 18:30	0.15	Post fault - evening	within day	N/A	200
19	26/11/2019	Truro	RSP	0.05	up	16:30 - 18:30	0.15	Post fault - evening	within day	N/A	220
Average										19	283

出所 : Western Power Distribution「Visibility Plugs and Sockets - Closedown Report」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall)

- 2017年からイギリスでは、実証プロジェクトCornwall Local Energy Marketが行われており、TSOとDSOが、クラウドベースの取引プラットフォームでフレキシビリティを調達している。

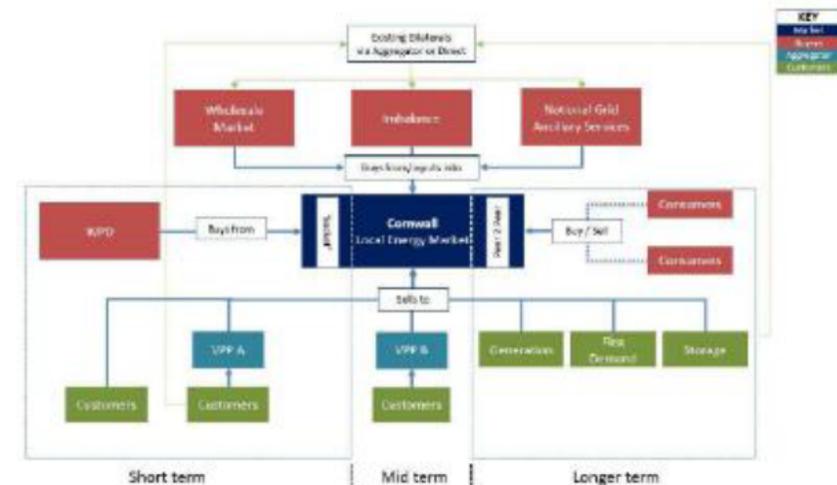
イギリス Cornwall Local Energy Marketの取組事例








プロジェクト	Cornwall Local Energy Market(LEM)
実施国・地域	イギリス
関係者	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Centrica(イギリス プラットフォーム) ✓ National Grid ESO(イギリス TSO) ✓ Western Power Distribution(イギリス DSO) ✓ N-SIDE(ベルギー ソフトウェアソリューション) ✓ Exeter University(イギリス 調査研究) ✓ Imperial College London(イギリス 調査研究)
取組の概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cornwall LEMは、2017年から開始された、£17m規模のプロジェクト。 ✓ 市場に基づくフレキシビリティ取引のソリューション開発を目的とする。 ✓ プロジェクトでは、TSOとDSOが、Centricaにより提供されたクラウドベースの単一オークションプラットフォームにおいて、フレキシビリティを調達する。 ✓ フレキシビリティの提供者として、約100の一般家庭、125以上の事業者が参加。



- ✓ 一般家庭がプロジェクトに参加する動機は、経済、環境、コミュニティ、イノベーション・調査、テクノロジーの観点によるとされている。市場活性化に向けては、環境への高い意識に働きかけることが、市場への積極的な参加につながるとみられる。
- ✓ 事業者にかかる分析では、当日市場におけるポラリティ削減や、運輸業等の電化により、フレキシビリティ活用の価値向上の可能性が見込まれる。

出所：centricaのWebサイト(<https://www.centrica.com/>)、University of Exeter「Unlocking Local Energy Markets」, 「Cornwall Local Energy Market – Householder Survey Report」, 「POLICY AND REGULATORY BARRIERS TO LOCAL ENERGY MARKETS IN GREAT BRITAIN」, Imperial College London 「BUSINESS CASE FOR FLEXIBILITY PROVIDERS」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(英 Cornwall)

- 実証プロジェクトを通じて得られた内容については、実証参加者が各々の視点からレポートを発表している。

レポート名	報告機関
Policy and Regulatory Barriers to Local Energy Markets in Great Britain	University of Exeter
Unlocking Local Energy Markets	University of Exeter
Barriers to Independent Aggregators in Europe	University of Exeter
Cornwall Local Energy Market - Householder Survey Report	University of Exeter
Business Case for Flexibility Providers	Imperial College London
Visibility Plugs and Sockets - Phase 1 Interim Learning Report	Western Power Distribution
Visibility Plugs and Sockets - Closedown Report	Western Power Distribution
Review of Electricity Market Design Challenges and Recommendations	Western Power Distribution

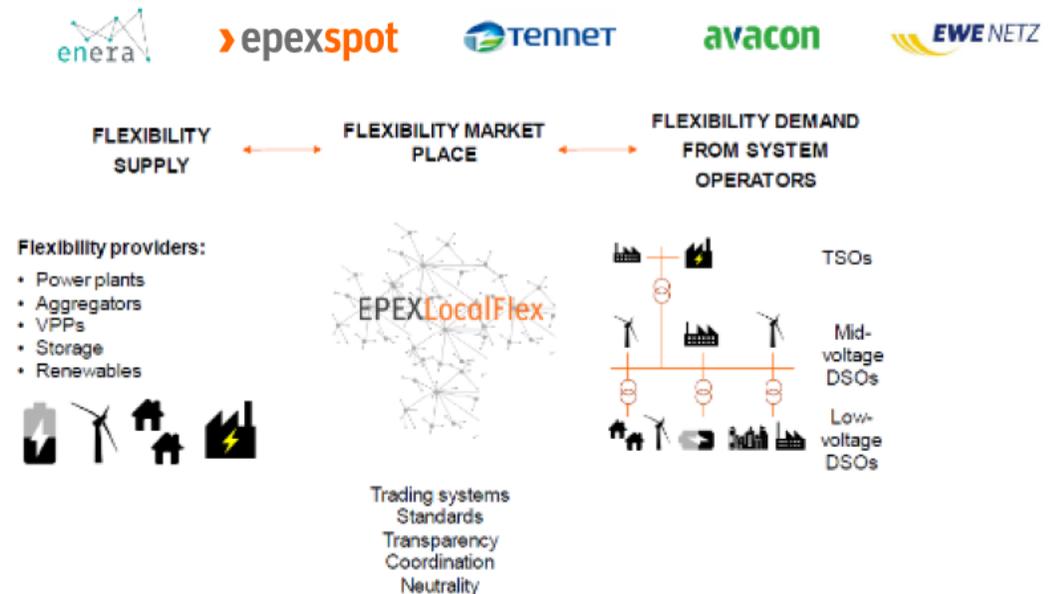
出所： Cornwall Local Energy Market research reports and papers (centrica webサイト 2020.7.13時点) を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例 ドイツ 概要

- ドイツでは、再エネの導入増加を見据え、スマート市場メカニズムの調査研究のために大規模プロジェクトを実施。この枠組の元、送配電網混雑解消を目的として、2019年より、ローカルフレキシビリティ市場が運営されている。

ドイツ ローカルフレキシビリティ市場の取組事例

プロジェクト	ローカルフレキシビリティ市場 (大規模再エネ導入対策プロジェクトである ENERAプロジェクト内の1プロジェクト)
実施国・地域	ドイツ
取組の概要	<p>【ENERAプロジェクト】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ドイツ政府が財政支援を行う、再エネ導入拡大を見据えた新たなスマート市場メカニズムの調査研究プロジェクト。 ✓ ネットワーク、マーケット、データの3つの柱で構成され、ローカルフレキシビリティ市場のプロジェクトは、この枠組の元で、2019年2月に開始された。 <p>【ローカルフレキシビリティ市場】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ローカルフレキシビリティ市場は、再エネの導入増加に伴う送配電網混雑解消を目的とする。 ✓ TSOやDSOによるフレキシビリティの需要に対し、発電事業者、アグリゲーター、VPP、蓄電池、再エネ等がフレキシビリティを供給するもの。
ローカルフレキシビリティ市場の関係者	<ul style="list-style-type: none"> ✓ epexspot(フランス 市場運営) ✓ TenneT(オランダ TSO) ✓ Avacon(ドイツ DSO) ✓ EWE Netz(ドイツ DSO) 他



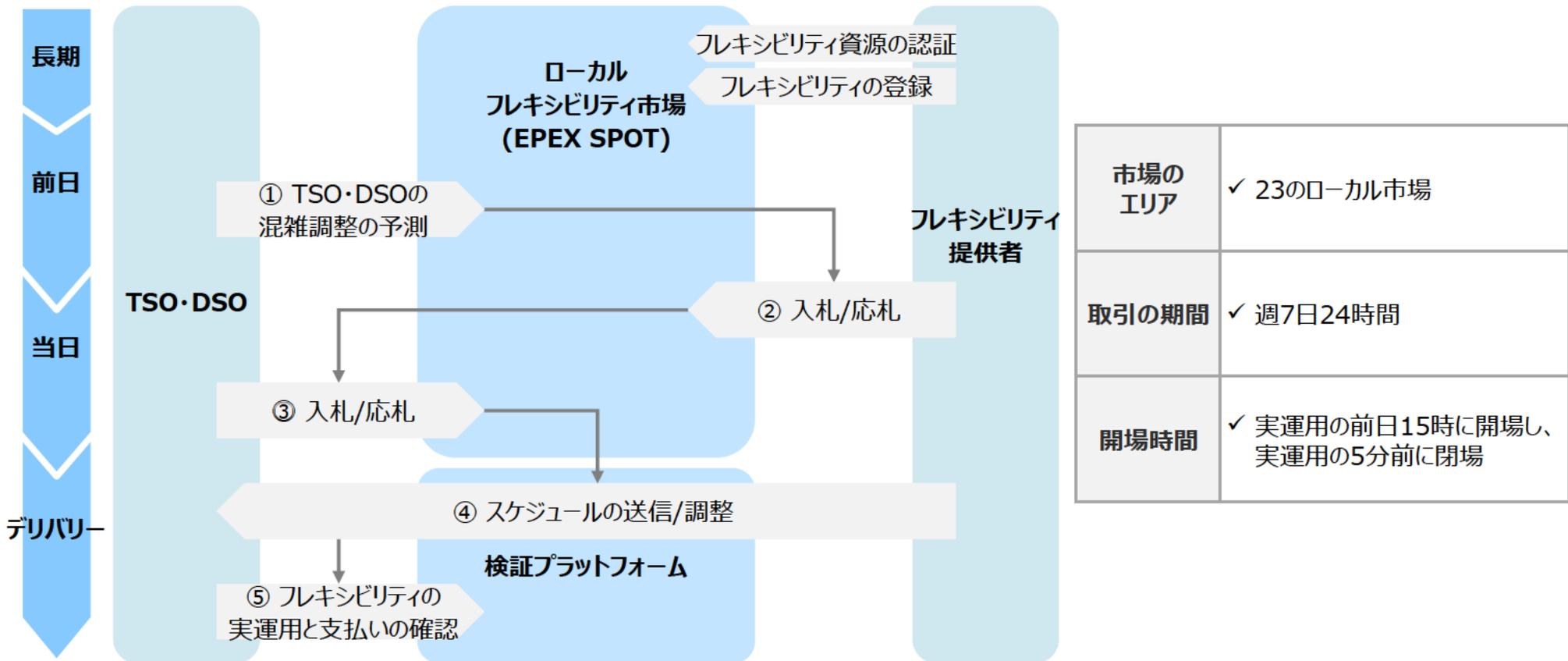
- ✓ 2019年時点の調査によると、ローカルフレキシビリティ市場の概況は、以下の通り。
 - 市場エリア：23エリア
 - 参加者：6フレキシビリティ提供者、3システムオペレーター(TSO・DSO)

出所：epexspot「Local Flexibility markets – a marketbased solution to solve local grid congestions」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例 ドイツ 取引市場・フロー

- ドイツのローカルフレキシビリティ市場は、独立した新市場をスポット市場内で運営しており、扱う商品により、再エネ市場と非再エネ市場に分かれる。以下のフローに基づき、TSOとDSOが、フレキシビリティ提供者と取引を行う。

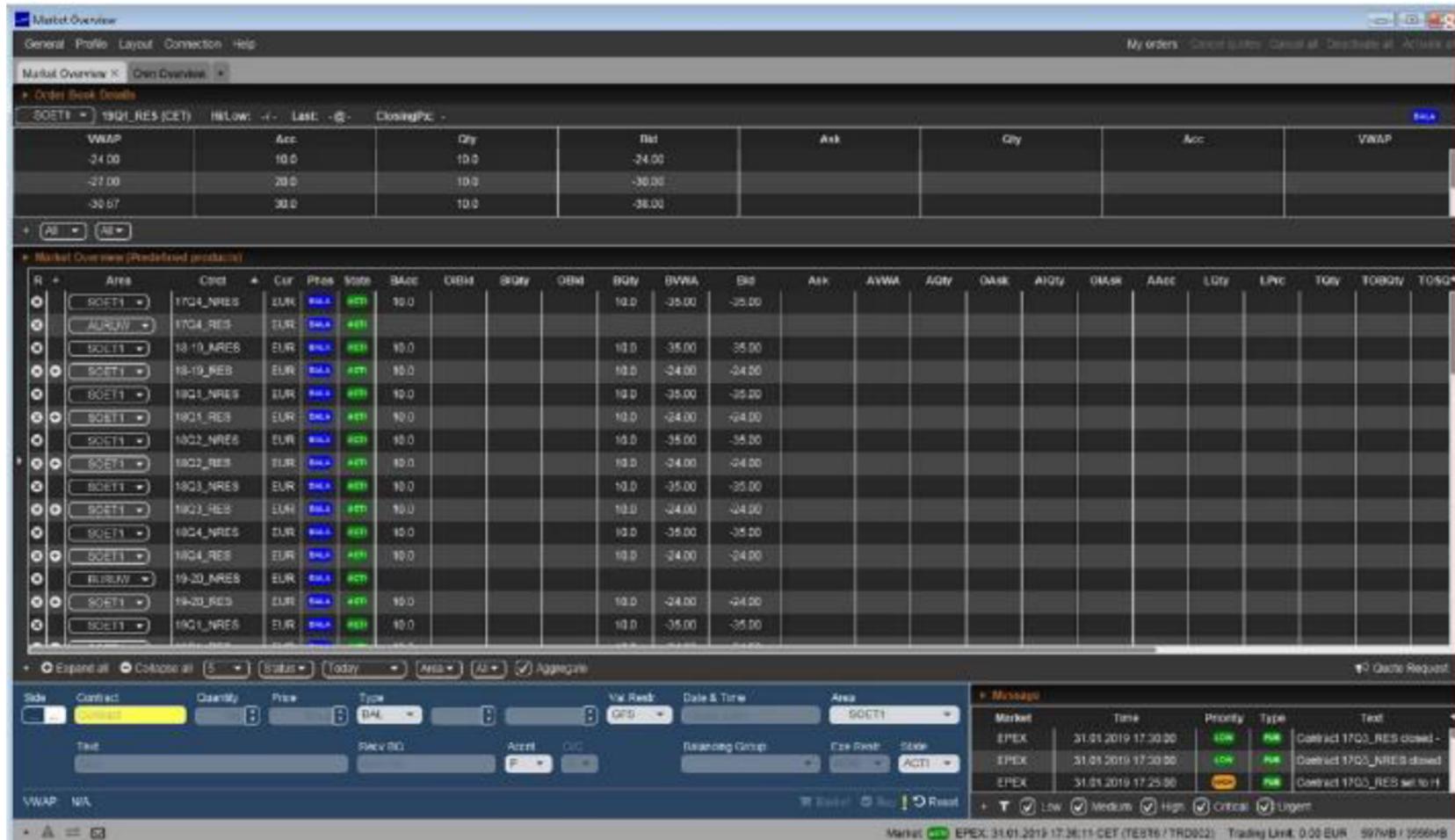
取引市場・フローの概要



出所：epexspot「Flexibility markets and TSO-DSO Cooperation」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例 ドイツ 取引画面

- ローカルフレキシビリティ市場の取引画面では、場所ごとにフレキシビリティの取引に必要な情報が可視化され、円滑な取引に寄与する。



The screenshot displays a trading interface for the SOET1 market. At the top, there's a 'Market Overview' window showing a summary table with columns: VWAP, Acc, Qty, Bid, Ask, Qty, Acc, VWAP. Below this is a 'Market Overview (Predefined products)' table with columns: R, Area, Contract, Cur, Price, Volume, BAcc, CSD, Qty, BQty, BVWA, Bk, Ask, AVWA, AQty, BAsk, ABQ, BAsk, AAcc, LQty, LPk, TQty, TOBQ, TOSQ. The table lists various contracts like 17Q4_NRES, 17Q4_RES, 18-19_NRES, 18-19_RES, 18Q1_NRES, 18Q1_RES, 18Q2_NRES, 18Q2_RES, 18Q3_NRES, 18Q3_RES, 18Q4_NRES, 18Q4_RES, 19-20_NRES, 19-20_RES, and 19Q1_NRES. At the bottom, there's an order entry form with fields for Side, Contract, Quantity, Price, Type, VW, Date & Time, Area, and a 'Message' panel showing recent market events.

出所：epexspot「Flexibility markets and TSO-DSO Cooperation」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例 ドイツ 主な商品

- ローカルフレキシビリティ市場では、再エネ市場と非再エネ市場において、それぞれ、1時間と15分の商品が扱われている。

主な商品

商品	✓ 再エネと非再エネの市場があり、それぞれ、1時間、15分の商品がある
最小価格増分	✓ 0.1ユーロ/MWh
最大価格	✓ 再エネ： +9,999.9ユーロ/MWh ✓ 非再エネ： +9,999.9ユーロ/MWh
最小容量増分	✓ 0.1MW

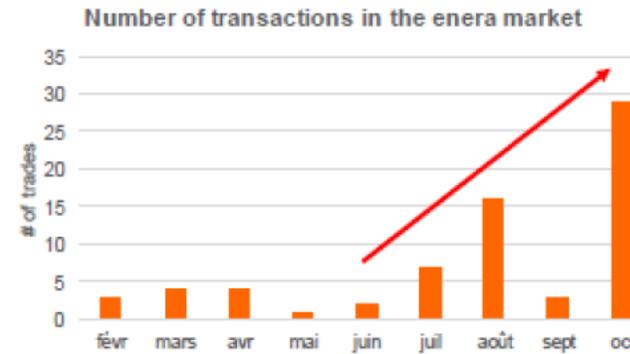
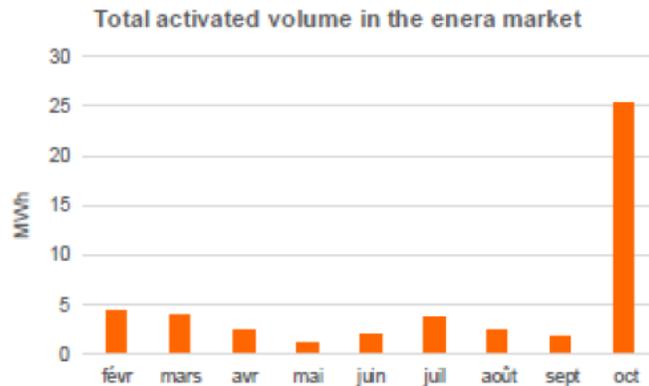
Attribute	Description															
Trading procedure	Continuous trading															
Trading period	24/7															
Tradable products	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Product Name</th> <th>Delivery Period</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RES_Hour_Power</td> <td>One hour</td> <td>Flexibility from Renewable Energy Source</td> </tr> <tr> <td>RES_Quarter_Hour_Power</td> <td>15 minutes</td> <td>Flexibility from Renewable Energy Source</td> </tr> <tr> <td>Non_RES_Hour_Power</td> <td>One Hour</td> <td>Flexibility not from a Renewable Energy Source</td> </tr> <tr> <td>Non_RES_Quarter_Hour_Power</td> <td>15 minutes</td> <td>Flexibility not from a Renewable Energy Source</td> </tr> </tbody> </table>	Product Name	Delivery Period	Comment	RES_Hour_Power	One hour	Flexibility from Renewable Energy Source	RES_Quarter_Hour_Power	15 minutes	Flexibility from Renewable Energy Source	Non_RES_Hour_Power	One Hour	Flexibility not from a Renewable Energy Source	Non_RES_Quarter_Hour_Power	15 minutes	Flexibility not from a Renewable Energy Source
	Product Name	Delivery Period	Comment													
	RES_Hour_Power	One hour	Flexibility from Renewable Energy Source													
	RES_Quarter_Hour_Power	15 minutes	Flexibility from Renewable Energy Source													
Non_RES_Hour_Power	One Hour	Flexibility not from a Renewable Energy Source														
Non_RES_Quarter_Hour_Power	15 minutes	Flexibility not from a Renewable Energy Source														
Gate opening	Trading will open on the day before delivery at 15:00															
Gate closing	5 minutes before delivery start															
Minimum price increment	0.1 €/MWh															
Minimum price	RES products: - 9999.9 €/MWh Non_RES products: -50 €/MWh															
Maximum price	RES products: + 9999.9 €/MWh Non_RES products: + 9999.9 €/MWh															
Minimum volume increment	0.1 MW															
Trading phase	During trading the market will be in Balancing Trading phase. During this phase regular orders can only match with balancing orders.															
Available order types	Limit orders & iceberg orders Balancing orders.															
Available execution conditions	None, IOC (Immediate-or-cancel), FOK (Fill-or-kill)															
Available validity restrictions	Good for session, Good till date															

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例 ドイツ 取引量

- 2019年時点のローカルフレキシビリティ市場の取引は、3,000のオーダーがあり、70の取引が行われた。市場で利用可能な容量は、314MWまでに達している。

取引量(2019年時点)

- ✓ 2019年時点の調査によると、ローカルフレキシビリティ市場の取引状況は、以下の通り。
 - オーダー数：3,000オーダー
 - 取引数：70取引
 - 取引可能なフレキシビリティの容量：314MW



	Biomass	PV	Other	Storage	Wind	Flexible load	Total
Capacity (MW)	51	3	6	12	222	20	314
# of plants	107	2	1	1	117	1	229

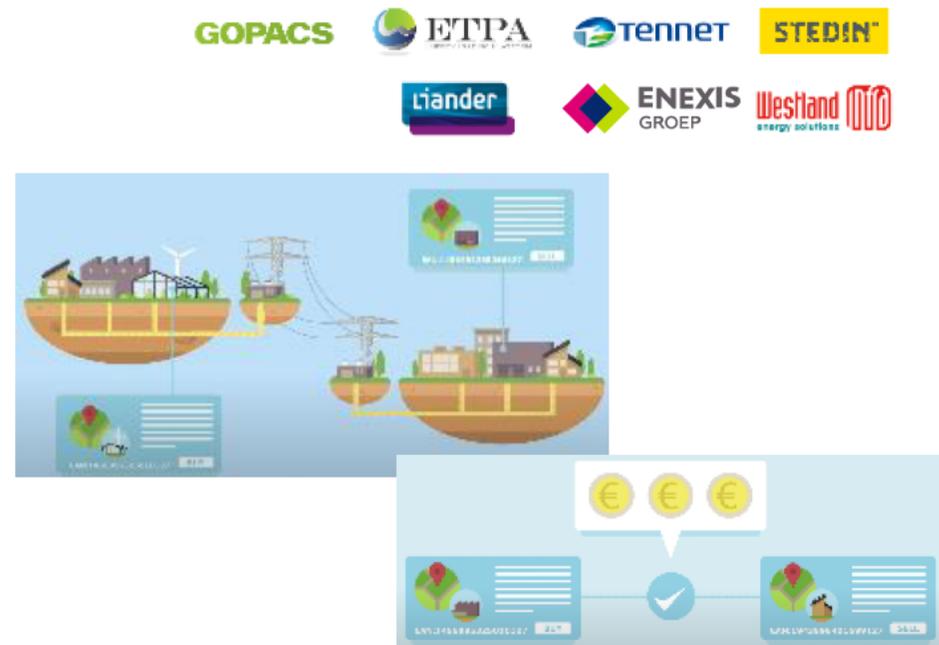
出所：epexspot「Local Flexibility markets – a marketbased solution to solve local grid congestions」、
 「Flexibility markets and TSO-DSO Cooperation」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(蘭 GOPACS) 概要

- オランダでは、再エネの導入増加に伴い、送配電網混雑解消を目的として、ローカルフレキシビリティ市場を設立。ETPAのプラットフォームでは、価格インセンティブで、混雑する地域から空きのある地域に混雑要因を誘導していく。

オランダ GOPACSの取組事例

プロジェクト	GOPACS (Grid Operation Platform for Congestion Solutions)
実施国・地域	オランダ
関係者	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ETPA(オランダ プラットフォーム) ✓ TenneT(オランダ TSO) ✓ Stedin(オランダ DSO) ✓ Liander(オランダ DSO) ✓ Enexis Groep(オランダ DSO) ✓ Westland Infra(オランダ DSO)
取組の概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再エネの導入増加に伴い、送配電網混雑解消を目的として、ローカルフレキシビリティ市場を設立。 ✓ TSOやDSOは、ETPAの取引プラットフォームから、フレキシビリティを活用し、混雑緩和を図ることができる。 ✓ ETPAの基本コンセプトは、価格インセンティブにより、ある地域の混雑状況を他の空き容量がある地域に混雑要因を誘導し、混雑緩和を実現するもの。



- ✓ ETPAは、当日、翌日、週、週末分の電力取引プラットフォームで、最低0.5MWから取引でき、取引参加者のフレキシビリティの活用の最適化に寄与する。

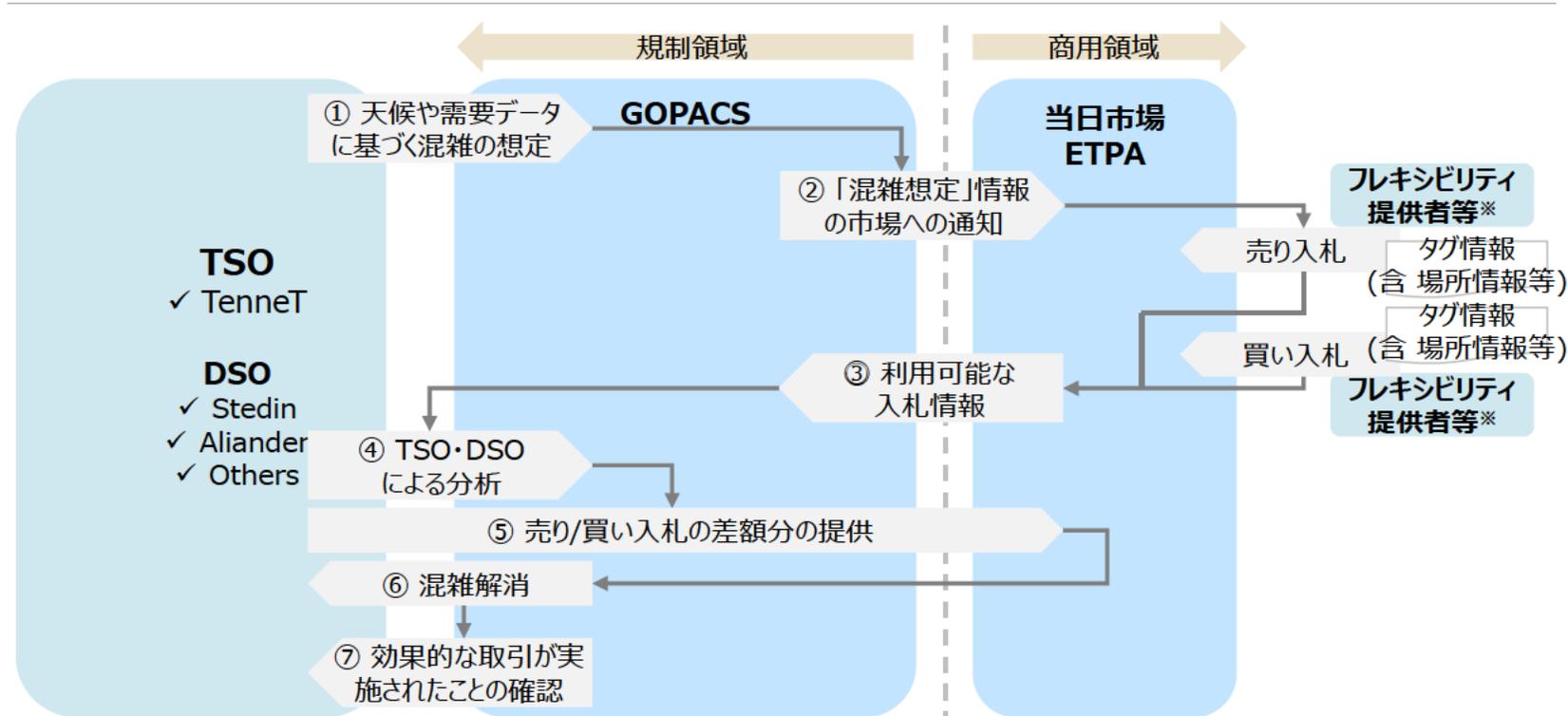
出所：GOPACSのWebサイト(<https://en.gopacs.eu/>)、ETPAのWebサイト(<https://etpa.nl/en/>)等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(蘭 GOPACS) 取引市場・フロー

- オランダのローカルフレキシビリティ市場は、送配電網の制約を考慮したタグ情報を用いて、既存の当日市場で、取引が可能。フレキシビリティ提供者等※による売り/買い入札につき、TSOやDSOは、差額を補填し、取引を成立させる。

※ フレキシビリティ資源の保有者を含めた発電・小売事業者

取引市場・フローの概要



- ✓ 混雑地域(≒発電量 > 消費量)のフレキシビリティ提供者等※は、余剰分の売り入札を行う。
- ✓ 混雑地域外(≒発電量 < 消費量)のフレキシビリティ提供者等※は、不足分の買い入札を行う。
- ✓ TSOやDSOは、売り入札価格 > 買い入札価格の場合、差額を補填し、取引を成立させる。
- ✓ これにより、フレキシビリティ提供者等※では、発電量の余剰分を不足分に融通できる。
- ✓ TSOやDSOは、差額の補填を通じ、混雑地域から空きがある地域に混雑要因をスライドし、混雑を解消できる。

出所：GOPACS「Markets and platforms for grid/flexibility services-TSO DSO cooperation」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(蘭 GOPACS) 主な商品

- GOPACSの主な商品であるIDCONSは、場所情報を伴う当日取引向けの商品である。

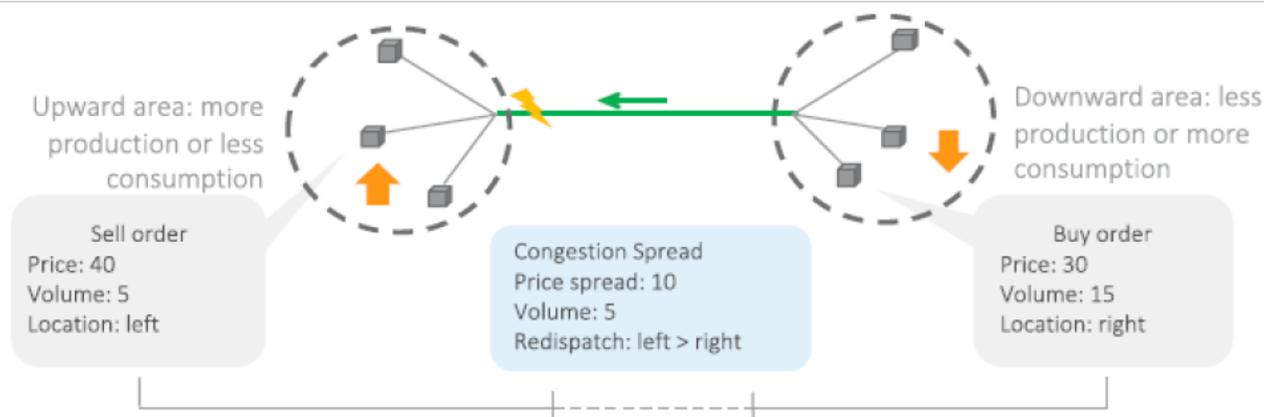
主な商品

【IDCONS(Intraday Congestion Spread)】

- ✓ 場所情報を伴う以下のような当日取引の組合せにより、再給電指令の代替として活用。
 - 混雑地域に接続する市場参加者*1からの売りオーダー
 - 混雑地域外の市場参加者*1からの買いオーダー
- ✓ 買いと売りのオーダー間の差額は、系統運営者*2により支払われる。
- ✓ DSOには、BRPのライセンスは不要であり、市場参加者*1は、当日市場を通じて、容易にアクセス可能。
- ✓ 取引は、通常の当日取引に、場所情報が付加された形で行う。
- ✓ 現状は、当日取引のみだが、より長期の取引を開発中。

※1 フレキシビリティ資源の保有者を含めた発電・小売事業者等

※2 TSOやDSO



出所：GOPACS「Markets and platforms for grid/flexibility services-TSO DSO cooperation」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(蘭 GOPACS) 取引量

- GOPACSにおいては、これまでに600万ユーロ以上の取引が行われている。

GOPACSにおけるIDCONS(Intraday Congestion Spread)の取引状況 ※ 以下は、2020年7月22日時点のサイト情報

Period	Volume upwards MWh	Volume downwards MWh	Grid Operator	Affected asset	Reason
14-07-2020 22:00:00 - 14-07-2020 23:00:00	1.1	1.1	Liander Grid	Line or Transformer	Network congestion
07-07-2020 20:00:00 - 07-07-2020 21:00:00	1	1	Liander Grid	Line or Transformer	Network congestion
19-05-2020 23:00:00 - 20-05-2020 00:00:00	1.3	1.3	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
19-05-2020 21:00:00 - 20-05-2020 00:00:00	1.3	1.3	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
19-05-2020 03:00:00 - 19-05-2020 07:00:00	0	0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
19-05-2020 05:00:00 - 19-05-2020 07:00:00	0	0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
19-05-2020 03:00:00 - 19-05-2020 07:00:00	552.7	552.7	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
17-03-2020 14:00:00 - 18-03-2020 08:00:00	1787.7	1787.7	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
06-03-2020 10:00:00 - 07-03-2020 06:00:00	1267.8	1267.8	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
04-03-2020 16:00:00 - 05-03-2020 05:00:00	466.7	466.7	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
03-03-2020 15:00:00 - 04-03-2020 05:00:00	804.1	804.1	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
02-03-2020 16:00:00 - 02-03-2020 20:00:00	0	0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
02-03-2020 16:00:00 - 02-03-2020 20:00:00	199.6	199.6	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
28-02-2020 16:00:00 - 28-02-2020 17:00:00	104.6	104.6	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
27-02-2020 16:00:00 - 27-02-2020 21:00:00	698	698	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
21-02-2020 17:00:00 - 21-02-2020 18:00:00	54.7	54.7	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
21-02-2020 17:00:00 - 21-02-2020 18:00:00	200.8	200.8	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
21-02-2020 17:00:00 - 22-02-2020 00:00:00	442.9	442.9	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
08-02-2020 02:00:00 - 08-02-2020 08:00:00	627.9	627.9	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
07-02-2020 01:00:00 - 07-02-2020 07:00:00	0	0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
06-02-2020 23:00:00 - 07-02-2020 07:00:00	0.1	0.1	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
06-02-2020 23:00:00 - 07-02-2020 07:00:00	880.9	880.9	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
06-02-2020 14:00:00 - 06-02-2020 20:00:00	791.5	791.5	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
04-02-2020 01:00:00 - 04-02-2020 02:00:00	200.8	200.8	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
29-01-2020 16:00:00 - 29-01-2020 18:00:00	220.9	220.9	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
24-01-2020 17:00:00 - 24-01-2020 18:00:00	64.1	64.1	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
26-01-2020 03:00:00 - 26-01-2020 05:00:00	276.6	276.6	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
25-01-2020 21:00:00 - 26-01-2020 03:00:00	824.0	824.0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
25-01-2020 15:00:00 - 25-01-2020 21:00:00	592.7	592.7	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
21-01-2020 14:00:00 - 21-01-2020 19:00:00	543.1	543.1	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
18-01-2020 16:00:00 - 18-01-2020 21:00:00	784.2	784.2	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
17-01-2020 16:00:00 - 17-01-2020 20:00:00	678.8	678.8	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
14-01-2020 10:00:00 - 14-01-2020 17:00:00	135.7	135.7	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
10-01-2020 17:00:00 - 10-01-2020 23:00:00	890.6	890.6	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
09-01-2020 20:00:00 - 10-01-2020 08:00:00	0	0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
09-01-2020 20:00:00 - 10-01-2020 08:00:00	0	0	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion
09-01-2020 20:00:00 - 10-01-2020 08:00:00	2.6	2.6	TenneT Grid	Line or Transformer	Network congestion

出所：GOPACSのWebサイト(<https://en.gopacs.eu/>)、「Markets and platforms for grid/flexibility services-TSO DSO cooperation」等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(蘭 GOPACS) 取引費用

- GOPACSの取引では、混雑解消のための売り入札と買い入札において、前者が高い場合、差額を、TSOやDSOが補填することで約定される。この差額が、再給電指令の際に発生する混雑解消費用に相当する。

再給電指令の代替としてIDCONSを利用する場合のTSO・DSOの費用の状況 ※ 以下は、2020年7月22日時点のサイト情報

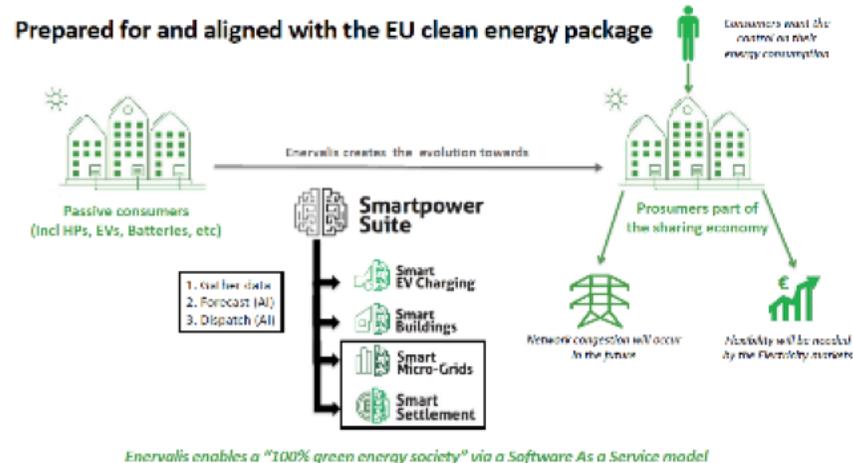
Expenses							
Month	Stedin	TenneT	Ulander	Westland Infra	Enexis	Enduris	
2020 July	EUR 0	EUR 0	EUR 333 2.1 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2020 May	EUR 0	EUR 39029.77 555.3 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2020 March	EUR 0	EUR 507999.05 4555.9 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2020 February	EUR 0	EUR 586970.8 4040.2 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2020 January	EUR 0	EUR 1012340.27 11821 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2019 December	EUR 0	EUR 3303133.58 24173.0 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2019 November	EUR 0	EUR 880180.5 8630.6 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2019 October	EUR 0	EUR 224868.46 2051.6 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2019 September	EUR 0	EUR 51252.6 733.1 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2019 June	EUR 0	EUR 1925 13 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2019 January	EUR 0	EUR 3114.6 50.2 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0
2018 December	EUR 3.5 1 MWh	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0	EUR 0

(参考)ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(蘭 Layered Energy System) 概要

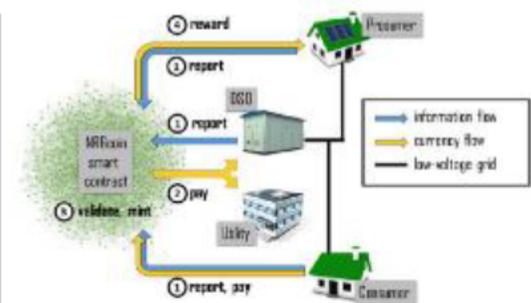
- オランダでは、自家発電・自家消費を行うとともに、コミュニティ内で、相互にフレキシビリティ等の電力取引を可能にするプラットフォームの実証が進められる。なお、取引は、ブロックチェーン技術の元で行うことができる。

オランダ Layered Energy Systemの取組事例

プロジェクト	Layered Energy System
実施国・地域	オランダ ホルクム(Hoogdalem)
主要関係者	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stedin(オランダ DSO) ✓ Energy21(オランダ プラットフォーム) ✓ ABB(スイス プラットフォーム) ✓ Enervalis(ベルギー プラットフォーム)
取組の概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ StedinとEnergy21が、エネルギー取引を実現するLayered Energy System(LES)を設計。 ✓ ABBとEnervalisの技術協力の元で、一般家庭向けに、システムの実証実験を計画。 ✓ この地域では、ヒートポンプや蓄電池、太陽光発電、インターネットと連携した電化製品等の先進的なテクノロジーが活用されているため、あらゆるテストケースを想定し、実証を進めていくもの。



- ✓ Layered Energy Systemの元では、約15の家庭をグループとするエネルギーコミュニティが、自家発電を行う。
- ✓ 電力は、自家消費されるが、コミュニティ内での相互の取引も可能であり、ブロックチェーン技術の元で、迅速な価格決定を実現する。
- ✓ 自家発電が停止した場合等は、フレキシビリティや、アンシラリーサービスの活用を通じて電力を調達することができる。



出所：Energy21のWebサイト(<https://www.energy21.com/>)、Enervalis「Smart Microgrids, Local Energy Communities & NRGCoin」、EnervalisのWebサイト(<https://www.enervalis.com/>)等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(北欧 NODES) 概要

- 北欧では、系統の混雑緩和を目的として、NODESのプラットフォームを用いたローカルフレキシビリティ市場の構築が進む。2020年には、スウェーデンで、NODESに基づく試行プロジェクトが進められている。

北欧 NODESの取組事例

プロジェクト	NODES
実施国・地域	北欧
取組の概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ NODESは、フレキシビリティ取引の中立的な市場を提供するプラットフォーム。 ➢ 既存のエネルギー市場や需給調整市場とは異なり、取引するサービスの内容は、TSOやDSOが決定する。 ➢ 現時点では、当日市場を通じた取引を前提とするが、将来的には、需給調整市場での取引も見据えられている。

(参考)NODESを活用した近年のプロジェクト事例

プロジェクト	sthlmflex
実施国・地域	スウェーデン スtockホルム
関係者	<ul style="list-style-type: none"> ✓ NODES(北欧 プラットフォーム) ✓ Vattenfall(スウェーデン 電力会社) ✓ Svenska kraftnät(スウェーデン TSO) ✓ Ellevio(スウェーデン DSO)
取組の概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2020年、フレキシビリティ市場の構築を目的とし、短期的には、系統の混雑緩和を目指す実証プロジェクトを立上げ。 ✓ 現在のmFRR(manual Frequency Restoration Reserve)市場よりも小規模の入札を試行する。

NODESの沿革

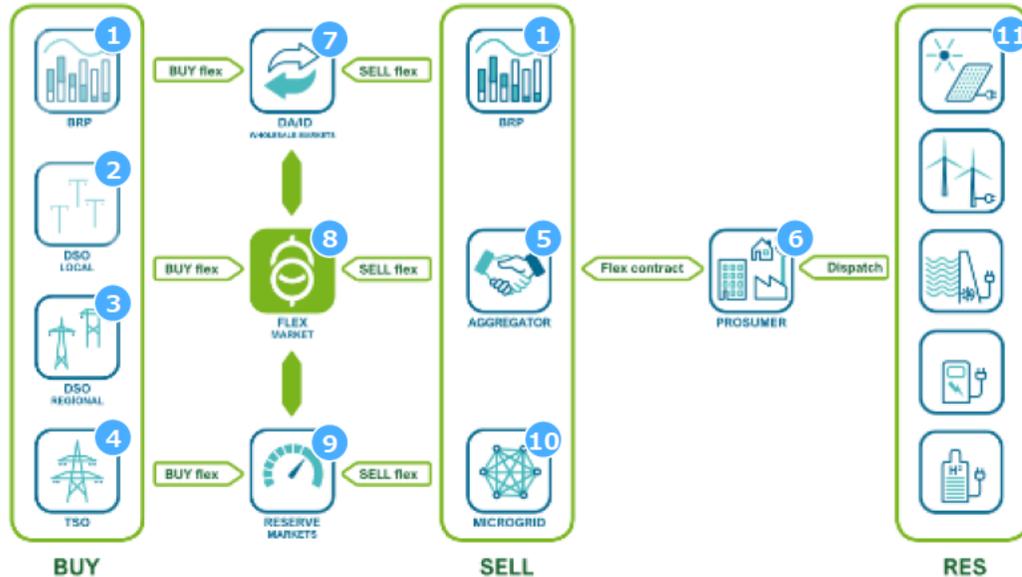
2016.10	✓ Agder Energiが、Microsoftとともにスマートグリッドプロジェクトを開始
2017.6	✓ フレキシビリティ取引にかかる実証を実施
2018.2	✓ Agder EnergiとNord Poolがパートナーシップを結び、NODESを設立
2018.3	✓ Poyry、DNV GL、USEF、E.Bridge、Agder Energi、Nord Poolで、NODESのマーケットデザインを策定
2018.11	✓ NODESのマーケットデザインが欧州電力会社にて利用開始
2019.12	✓ NODESは、10以上の国々のプロジェクトに参画

出所：Svenska kraftnät「Short presentation sthlmflex 20200611」、NODESのWebサイト(<https://nodesmarket.com/>)等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(北欧 NODES) 取引市場

- NODESの取引市場は、既存のエネルギー市場・需給調整市場と統合された市場であり、フレキシビリティ資源からTSO・DSOまでを包括的に管理・運営する。

取引市場の概要



No.	カテゴリ	名称	概要
1	関係者	BALANCE RESPONSIBLE PARTY	<ul style="list-style-type: none"> ✓ アグリゲーター、電力供給者、ポートフォリオマネージャー、資源所有者 ✓ リバランスのためにフレキシビリティ等を購入する
2		LOCAL DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR	✓ 低圧の系統を運営する
3		REGIONAL DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR	✓ 中高圧の系統を運営する
4		TRANSMISSION SYSTEM OPERATOR	✓ 送電網を運営する
5		AGGREGATOR	✓ バランスの責任がない独立的なアグリゲーター
6	PROSUMER	✓ エネルギーを消費・発電する資源所有者または、エンドユーザー	
7	市場・グリッド	DAY AHEAD OR INTRADAY MARKETS	✓ 卸売取引を行う
8		NODES Marketplace	✓ フレキシビリティ等を取引する
9		RESERVE MARKETS	✓ 主にTSOが管理する
10	MICROGRID	✓ マイクログリッドまたは、エネルギーコミュニティ	
11	資源	RENEWABLE ENERGY SOURCES	✓ フレキシビリティを提供できる資源

出所：NODESのWebサイト(<https://nodesmarket.com/>)等を基に日本総研作成

ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(北欧 NODES) 取引タイムライン

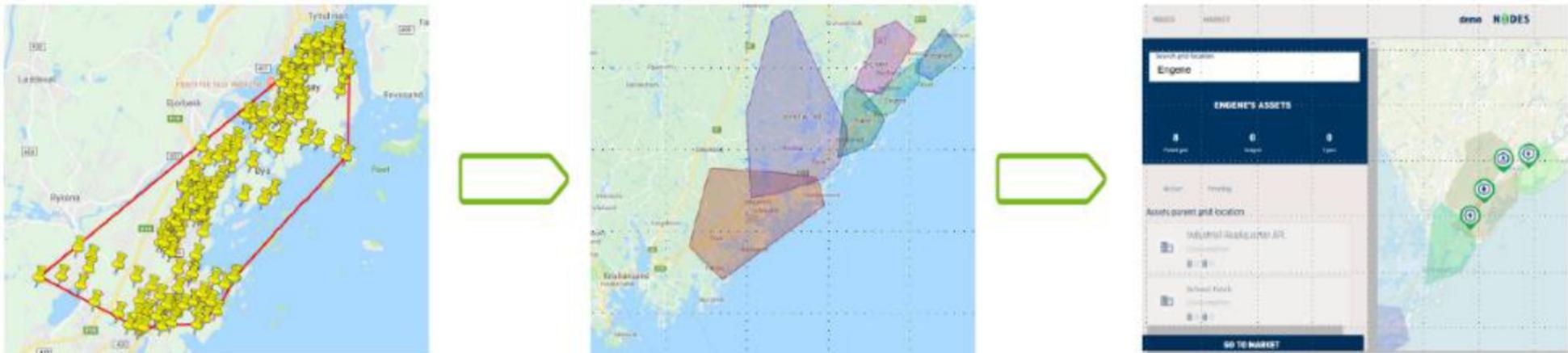
- NODESにおけるフレキシビリティの取引は、既存の市場取引の中で行うため、他の商品の取引状況も踏まえ、統合的、整合的に進めることができる。



ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(北欧 NODES) 取引画面

- NODESの取引画面上では、オーダー情報と、登録・認証されたフレキシビリティ資源が可視化され、容易にマッチングを図ることができる。

取引画面のイメージ



ローカルフレキシビリティ市場の取組事例(北欧 NODES sthlmflex) 商品の例

- NODESでは、具体的な商品設計はなく、TSOやDSOが、必要な場所、供給力のパターン、時間等について、協議しながら、都度、設計していく。

NODES sthlmflexの商品の例

- ✓ 自由入札が可能
- ✓ デリバリー時間：60分
- ✓ 入札のサイズ：0.5 MW
- ✓ アグリゲーション：可能(同一の変電所か接続グループ内である場合のみ)

※ 市場のルール

- 事前取引は、主にデリバリー前日の午前9時30分～10時30分までに行われる。
- 月曜日向けのフレキシビリティの入札は、前週の金曜日時点で解消される。

(参考) NODES sthlmflexにおける協議を伴う取引タイムラインの例

2020-06-08 Information meeting
 2020-08-25 Dialogue meeting with aggregators (13-14:30)
 2020-08-26 Information meeting with flexibility providers (13-14:30)
 2020-08-28 Dialogue meeting with DSOs (13-14:30)
 2020-09-04 Information meeting with flexibility providers (13-14:30)

2020-09-07 Letter of interest to be sent to Vattenfall Eldistribution or Ellevio, if participation will utilise API. Separate letter of intent to be sent to Svenska kraftnät for mFRR

2020-09-22 Register on NODES market place if API is to be used

2020-10-05 Letter of interest to Vattenfall Eldistribution or Ellevio if participation will not utilise API

2020-10-19 Register on NODES market place if API is not to be used

2020-10-30 Last day NODES market place open for registration

2020-12-01 Start sthlmflex free bid and mFRR

2020-03-31 Termination for the season of free bids and mFRR

出所：Svenska kraftnät「Short presentation sthlmflex 20200611」等を基に日本総研作成

ローカルレジリエンス市場を含むTSOとDSOの連携の現状と今後の方向性まとめ

- TSOとDSOの連携は、現状、異なるデジタルプラットフォーム上で、一定のデータ交換がなされている。今後、2030年までに、TSOとDSO、ローカルレジリエンス市場や他セクター等を含む包括的なシステム統合が構想されている。

TSOとDSOの連携の現状と今後の方向性まとめ

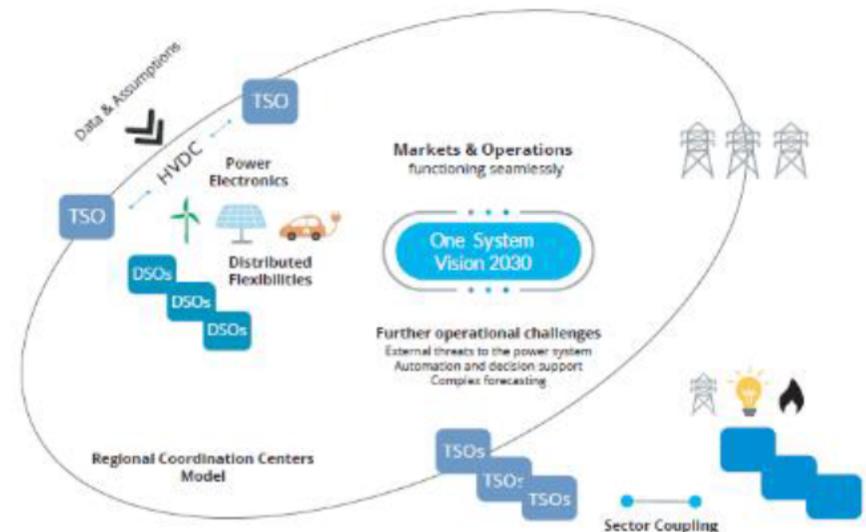
TSOとDSOの連携の現状

- ✓ 概して、欧州の電力システムにおいては、TSOとDSOのデータ交換が、年毎からリアルタイムまでの様々な時間間隔で行われてきている
- ✓ ローカルレジリエンス市場においても、TSOとDSOが、一定程度、リアルタイムデータの交換が行われており、入札/応札に活用しているとみられる
- ✓ ただし、共通のデジタルプラットフォーム上でのデータ交換ではない

今後の方向性

- ✓ ENTSO-Eでは、2030年に向け、TSOとDSOが協調的に運営推進する欧州全域における電力システムの統合を構想している
- ✓ ローカルレジリエンス市場も、このシステムの中に包摂され、TSOとDSOの協調強化が見込まれる
- ✓ また、この統合は、電力に留まらず、ガス、熱、自動車等の各セクターにも及ぶ
- ✓ あるセクターで生まれたエネルギーを他のセクターでも利用することが志向されており、電力やガス等がレジリエンスとして活用されていく想定

ENTSO-E's one system vision 2030



欧州におけるTSOとDSOの連携状況_データ交換にかかるDSOを対象とした調査結果

- 欧州委員会のDSOに対する包括的な実態調査では、フレキシビリティの活用が増大する電力市場においては、TSOとDSOの協調が求められており、特にデータ交換が重要であると位置づけ、調査を進めている。

TSOとDSOの役割(欧州におけるDSOへの調査に基づく)

<p>TSOとDSOに期待される一般的な役割</p>	<p>【TSO】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 一般的なシステムの保全(周波数制御、送電網における混雑管理と電圧サポート等) ✓ 系統制御 <p>【TSOとDSO】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 送配電網の混雑や電圧階級の管理を含む安全運転 ✓ 電力市場の関係者に対する情報提供と以下にかかる各種支援 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 関係者間の連携 ➢ 系統へのアクセス ➢ 供給者のスイッチング ➢ フレキシビリティの活用 ➢ 供給者、アグリゲーター、ESCOにかかる公開データの連携や公的機関との連携
<p>役割実現においてTSOとDSOに求められること</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ フレキシビリティを活用する関係者がますます増大する電力市場においては、TSOとDSOが、コスト効率性の観点から統合し、協調することが求められる ✓ そのためには、TSO、DSO、市場関係者間でのデータ交換が重要であり、これにより、TSOとDSOが、系統状態の一般的な状況を把握し、リアルタイムに近い形で、効率的な活動が可能となる

出所：Joint Research Centre「Distribution System Operators observatory 2018」等を基に日本総研作成

欧州におけるTSOとDSOの連携状況_データ交換にかかるDSOを対象とした調査結果

- TSOとDSO間では、ネットワークに関するデータや系統に接続する電源の計画データの交換が行われてきており、今後は、共通のデジタルプラットフォーム上でのデータ交換が進められていくとみられる。

TSOとDSOのデータ交換の特徴(欧州におけるDSOへの調査に基づく)

<p style="text-align: center;">ネットワーク に関するデータ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ データ交換を行っていないDSOが存在する一方で、能動的、あるいは応じる形で、リアルタイムで電力情報を共有するDSOも存在する(ただし、共通のデジタルプラットフォーム上ではない) ✓ 現在、関連データを、1時間ごとに、TSOとDSOで共有する新システムが構築されつつある <ul style="list-style-type: none"> ➢ ドイツにおいては、GLDPM(General load Data Process Management System)の構築が進んでいる ➢ (海外で広く活用されているSCADA(Supervisory Control and Data Acquisition、監視制御システム)に、DSOが、部分的にアクセスし、情報を活用するケースもある)
<p style="text-align: center;">系統に接続する 電源の 計画データ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ データ交換は、1時間毎、日毎、週毎、月毎等、様々な粒度で実施されている <ul style="list-style-type: none"> ➢ 将来的には、1時間ごとにデータ交換することを想定するとの回答あり ➢ 発電した者が、直接、TSOに情報を提供する責任があるとの回答あり ➢ これらのデータは、化石燃料発電所に関しては必要だが、再生可能エネルギーに関しては必要でないとの回答あり ✓ 一部のDSOは、年に1回、DSOが分散型エネルギー資源の総量に関するデータも提供している

欧州におけるTSOとDSOの連携状況_データ交換にかかるDSOを対象とした調査結果

- 特にリアルタイムデータについては、DSOは、TSOの要請に応じる場合や、変電所、太陽光発電に関する用途でデータ交換を行っている。

TSOとDSOのデータ交換の特徴(欧州におけるDSOへの調査に基づく)

リアルタイムデータ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 55%以上のDSOが、何らかのリアルタイムデータの交換を行っている(30分毎に提供しているケースもある) ✓ DSOは、TSOの要請に応じる場合や、変電所、太陽光発電に関する用途で、以下のような種類のデータを提供している <ul style="list-style-type: none"> ➢ 稼働中の高圧のデータ ➢ 稼働中の太陽光発電設備にかかる中圧のデータ ✓ (なお、現在、ドイツでは、ネットワークエリアごとの、リアルタイムデータの測定や太陽光発電の系統連系にかかる法規制はない)
事後データ (実測データ)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DSOとTSOで、15分毎の前日分データが、毎日交換されているケースがある ✓ DSOが、TSOに、日毎に、25MW以上の発電設備にかかる負荷データを提供しているケースがある ✓ DSOが、TSOに、月毎に、55kW以上の顧客のロードカーブと、年毎に、55kW未満の設備を導入している顧客の電力消費量の合計を提供しているケースがある
DSOが受取る TSO以外からのデータ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ データの頻度は、年毎、月毎(例：TSO-DSOミーティング)、1時間毎(例：制約または、利用不可の場合に関するもの)、リアルタイム(例：スイッチングの状態、SCADAの測定、電圧の変更が生じた場合)等がある

出所：Joint Research Centre「Distribution System Operators observatory 2018」等を基に日本総研作成

欧州におけるTSOとDSOの連携の方向性

- ENTSO-Eは、2030年に向け、TSOとDSOが協調的に運営推進する欧州全域における電力システムの統合を構想している。ローカルフレキシビリティ市場も、このシステムの中に包摂され、TSOとDSOの協調強化が見込まれる。

ENTSO-Eが構想する電力システムの集合体におけるTSOとDSOの位置づけ

【電力システムの統合】

- ✓ 欧州におけるこれまでのエネルギー業界は、化石燃料が支配的であり、供給主導モデルであったが、今後は、クリーン且つ、デジタル化するとともに、電化した消費者が主導するシステム(含 分散型エネルギー資源)へと移行することが志向されている
- ✓ ENTSO-Eでは、各種システムを統合し、全体として一つのシステムとして機能するシステムの集合体(a system of systems)においてシステムオペレーションを行うことを将来ビジョンとして構想している
- ✓ このシステムにおいては、分散型エネルギー資源を含め、系統に接続するあらゆる資産が連携され、さらに、他のセクターとの連携(sector coupling)も実現する

【システム内のTSOとDSOの位置づけ】

- ✓ 各システムは、互いに異なりつつも、相互に操作可能な市場設計に基づくことで、国や時間的な差を解消し、階層と水平的インターフェースで構造化される
- ✓ **TSOとDSOが、運営推進を担う**
- ✓ 欧州全域を統合することで、多数のステークホルダーを生み出すことが期待される

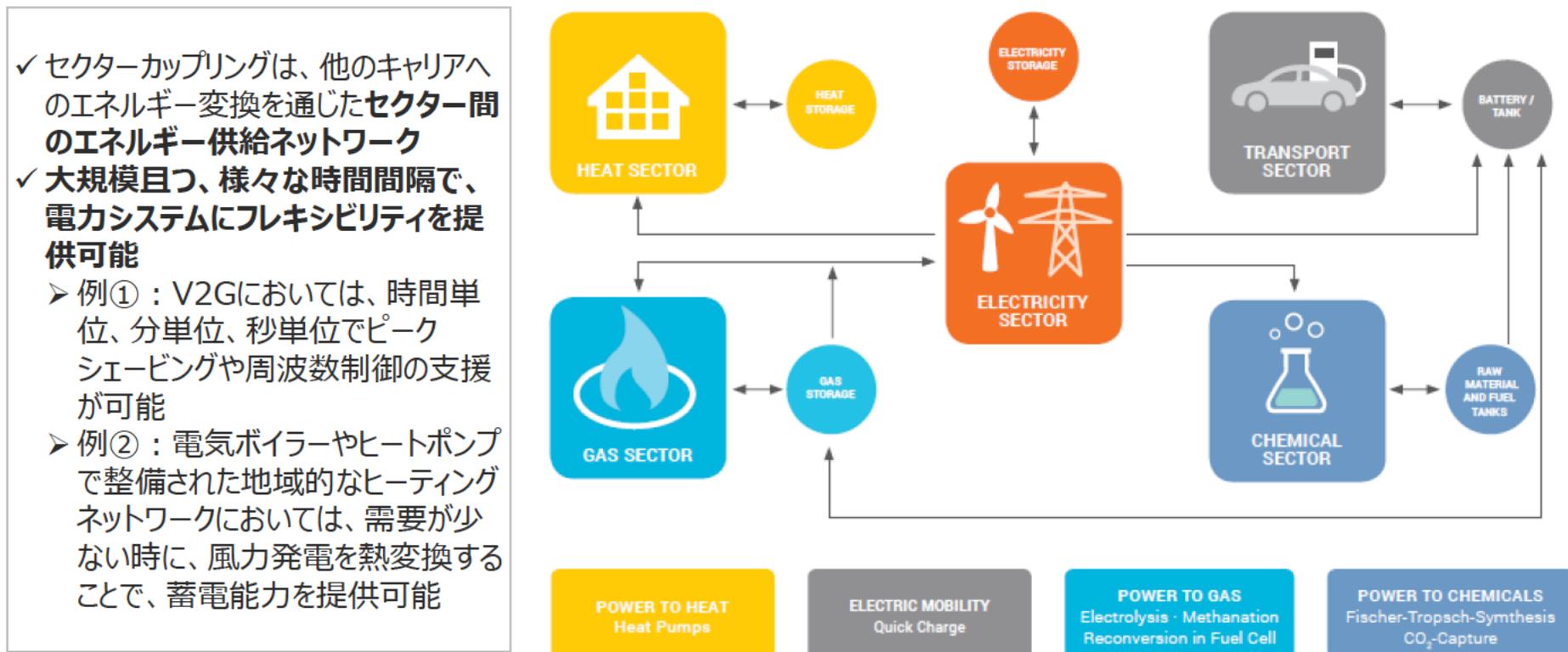


出所：ENTSO-E「Vision on Market Design and System Operation towards 2030」等を基に日本総研作成

(参考)sector couplingの概要

- セクターカップリングとは、電力、ガス、熱、自動車等の各セクターを統合的に扱い、あるセクターで生まれたエネルギーを他のセクターで利用する、効率的なエネルギー利用にかかるコンセプト。特に電力とガス等は、フレキシビリティの交換において、相互補完的な役割も期待されている。

sector couplingのイメージ



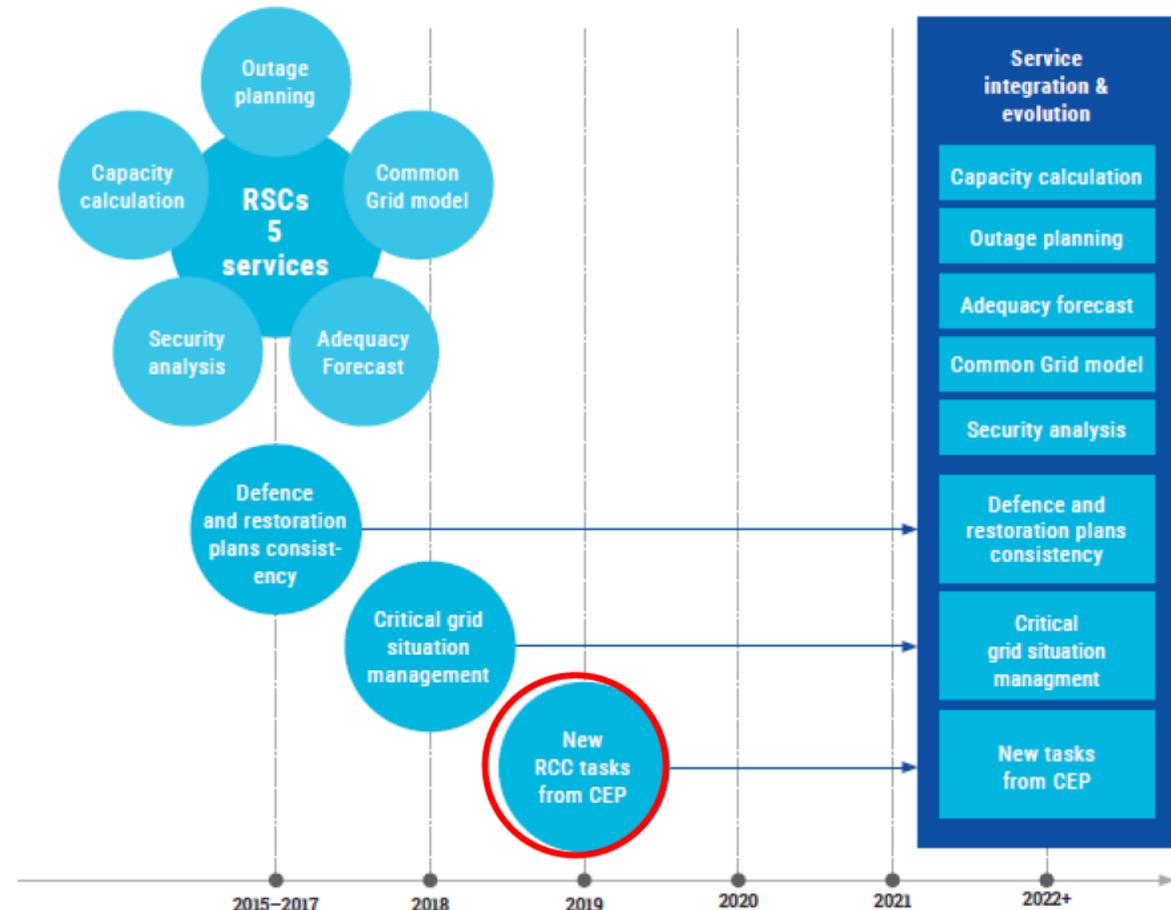
出所：ENTSO-E「Vision on Market Design and System Operation towards 2030」等を基に日本総研作成

(参考)Regional Coordination Centresの概要

- RCCは、現在、設立が進む地域的な電力調整を担う組織であり、停電計画、共通グリッドモデル、需給の充足性予測、セキュリティ分析、調整力算定等のサービスを提供するもの。

地域的な協調サービスの進展(RCCの位置づけ)

- ✓ RCCs(Regional Coordination Centres)は、先行して運営されてきたRSCs(regional security coordinators)を基礎として設立が進められている組織
- ✓ RSCが担ってきた、以下、5つの主要なオペレーションサービスを引き継ぐ予定
 - 停電計画
 - 共通グリッドモデル
 - 需給の充足性予測
 - セキュリティ分析
 - 調整力算定



出所：ENTSO-E「Enhanced TSO Regional Coordination for Europe」等を基に日本総研作成

③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

(2) 諸外国の配電事業

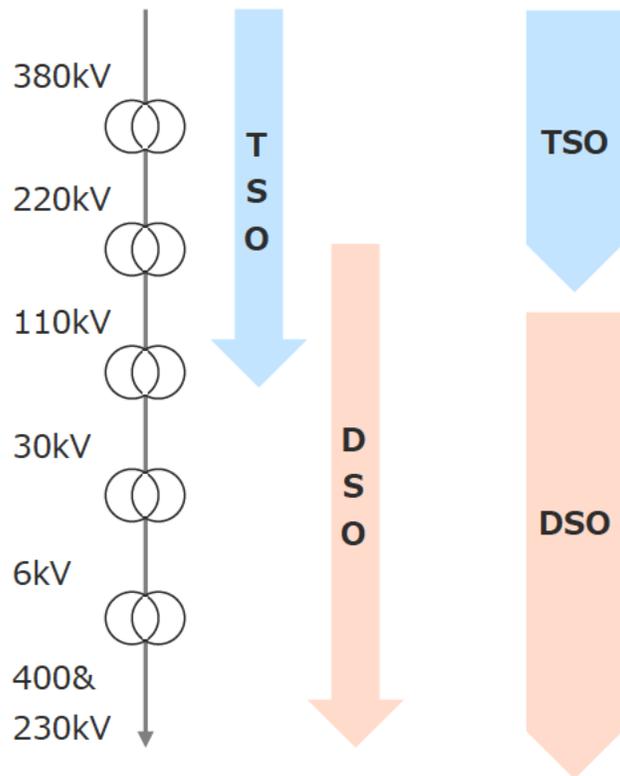
a)ドイツ

配電事業の事業構造 ドイツ

- ドイツでは、概ね11万Vを境として送電／配電事業が区切られ、配電事業について、発電・小売も担うbig4（E.ON/RWE/EnBW/Vattenfall）とともに、同様に発電・小売も担うシュタットベルケが多数存在。
- 顧客が10万件以下の場合、発電・小売事業と一体となって配電事業を運営することができる。

TSO/DSOの電圧区分

TSO/DSOの事業構造



- Big4
 - Amprion（RWEの送電部門）
 - Transnet BW（EnBWの送電部門）
 - TenneT（旧E.ONのTSO。TenneT（蘭）に売却）
 - 50Hertz（旧VattenfallのTSO。Elia（ベルギー）に売却）

- Big4系列
- 地域経営会社
 - 約200社
- 地方経営会社
 - 約700社

- 小売顧客が10万以下の配電事業者には、法的分離の義務が課せられていない（energy industry act（EnWG）§7より）
- 法的分離の義務が課せられる大手のシュタットベルケは配電部門を分離し、配電子会社として所有するケースが多い

出所：PwC,「平成30年度電力需給・系統等関連調査（今後の電力系統と送配電事業の在り方に関する調査）」（2019/2/28）等を基に日本総研作成

配電事業者の主な業務 概要 ドイツ

- 配電網の運用、増強計画の立案・実行等を実施する一方、調整力の確保等を含む需給調整業務を配電事業者は実施しない。

配電事業者の主な業務内容

- 配電システムの運用
- 配電網の増強計画の立案・実行
- グリッドアクセス・接続の要件定義設定
- 系統利用量の測定・管理
- 24時間体制での停電管理
- 上記に関する情報公開

ドイツでの需給管理業務の担い手

バランシング市場では需給調整に関わる調整力のみがTSOによって確保される。バランシング市場で調達された容量については必要な時に発揮出来るようにしておかねばならず、出来ない場合にはペナルティが課される。そのため、系統混雑を解消するためのリソースはバランシング市場とは別枠で用意される。

混雑を解消するための措置として、まずエネルギー事業法EnWG§13.1に基づくTSOと従来型電源の発電事業者による相対契約が存在し、再給電の措置が取られる。基本的には再給電を行う発電事業者とは事前の契約が存在するが、存在しない場合にもEnWG§13.1(a)に基づき、TSOの要望があった場合には発電事業者は再給電に応じなければならない。再給電指令は、発電機の特性に応じて、前日の朝断面から適宜出される。

それでも解消が出来ない場合には、リアルタイムに近い断面から実需給までの間でEnWG§13.2に基づく再エネを含めた全電源への出力抑制（再生可能エネルギー法EEG（Erneuerbare-Energien-Gesetz）2017の規定により再エネのみ補償あり）によって解消が図られている。

DSOは、需給調整に伴う調整力の調達、再給電指令を実施しない。

出所：Stromnetz Berlin ウェブサイト、「欧米における送電線利用ルールおよびその運用実態に関する調査（平成30年度－海外調査）」最終報告書（2019年3月 OCCTO）に基づき日本総研作成

配電事業者の主な業務：情報開示 ドイツ

- 配電事業者は、EnWGに基づき、下記の情報を開示することが義務付けられている。

EnWG (energy industry act)
に基づく開示内容

- グリッド接続に関する情報
- グリッドアクセスに関する情報
- 当該配電エリアにおけるBase supplier
- 24時間体制の停電管理システム
- 配電網の増強計画
- その他（家庭用需要家向けの一般的なグリッド接続要件、発電所向けの技術要件等）

配電網の増強計画（例 Stromnetz Berlin）



現在整備中または整備予定の配電線、変電所の計画を公表しなければならない。

出所：Stromnetz Berlin ウェブサイトに基づき日本総研作成

配電事業者の主な業務：情報開示 ドイツ

- 配電網の託送料金に関する規制を定めたStrom NEVには、配電網の技術データや供給地域の地理的特性を公開する義務等が規定されている。

Strom NEV (Regulations governing Energy Grid Charges) に基づく開示内容

- 託送料金に関する情報
 - 電圧別ロス率等
- 技術及びエネルギー産業関連のデータ
 - 配電線の長さ
 - エリア内の導入容量
- 供給区域の地理的特性
 - 計量器の設置数等

電圧別の引き込みポイント数

High Voltage	High/Medium Voltage	Medium Voltage	Medium/Low Voltage	Low Voltage
103	230	11,233	8,720	2,368,649

電圧別の配電ロス率

High Voltage	High/Medium Voltage	Medium Voltage	Medium/Low Voltage	Low Voltage
0.35	0.36	0.47	1.06	2.53

*いずれもStromnetz Berlinの公開情報

供給区域の地理的特性

	Quantity
Number of residents in the grid area	3,666,488
Geographical size of the grid area in km ²	891.12
Supplied area high voltage and medium voltage in km ²	891.12
Supplied area low voltage in km ²	496.66
Location of the grid	East

出所：Stromnetz Berlin ウェブサイトに基づき日本総研作成

配電事業者の主な業務：情報開示 ドイツ

- 配電網へのアクセス条件に関する規制を定めたStrom NZVでは、エリア内のインバランス量、コマ別のロードカーブ等の情報を公開する義務が規定されている。

電圧別の配電量（月別）

Strom NZV (Regulations governing Energy Grid Access)
 に基づく開示内容

- コマ別インバランス量*
- 年間最大負荷及びロードカーブ
- SLP ** 顧客のロードカーブ
- 電力負荷をプロフィールされていない顧客のロードカーブ
- TSO経由の最大負荷
- 電圧別のロードカーブ
- コマ別配電ロス量
- 配電ロス量等

* SLP顧客のプロファイルと実績値とのインバランス量

**standard load profileの需要家・・・スマートメーターが設置されていない需要家

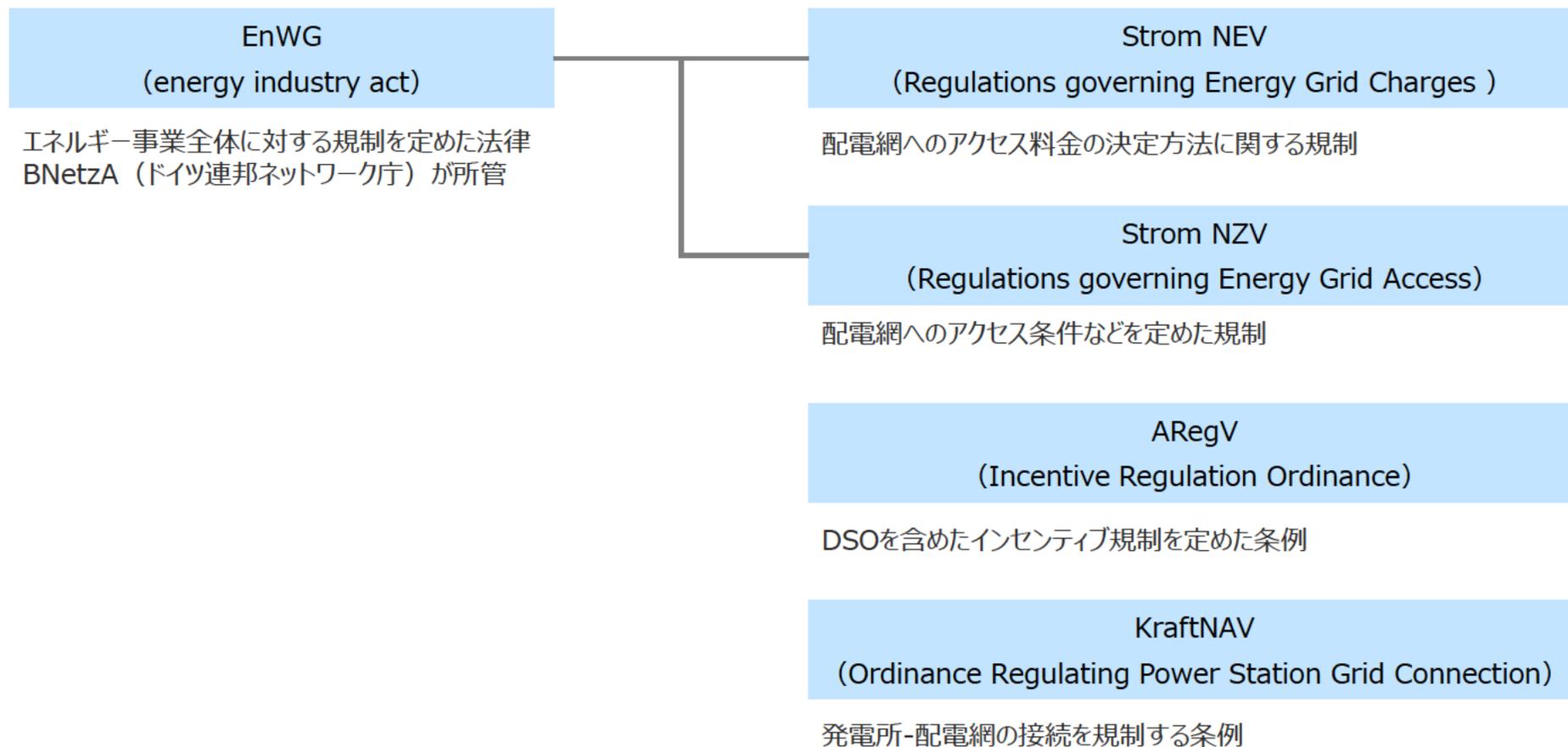
Month	High Voltage	Medium Voltage	Low Voltage
January	554,167,130	35,729,146	9,835,564
February	518,328,251	31,143,540	10,417,104
March	519,181,489	27,326,724	11,160,136
April	340,503,587	28,982,216	14,786,168
May	272,256,113	26,694,551	14,125,047
June	205,559,921	18,516,966	13,422,786
July	150,225,150	18,576,264	11,568,951
August	108,733,185	17,824,038	11,309,568
September	120,161,516	18,145,382	10,163,562
October	244,781,751	27,858,427	10,266,309
November	378,375,361	31,831,010	6,329,008
December	575,685,818	32,355,545	8,502,594

*Stromnetz Berlinの公開情報

出所：Stromnetz Berlin ウェブサイトに基づき日本総研作成

(参考) 配電事業に関連する法律 ドイツ

- ドイツの配電事業に関連する法律は下記の通り。



出所 : Stromnetz Berlin ウェブサイトに基づき日本総研作成

TSO/DSOの事業構造 ドイツ

- ドイツの配電部門は、発送電分離が行われる前に垂直統合的に全国をカバーしていたBig4（E.ON/RWE/EnBW/Vattenfall）系の配電会社（※）、配電機能を保有する900以上のシュタットベルケ（※）が担っている。

※RWEの配電部門を含むネットワーク部門について、2016年、再エネ、小売部門とともに子会社のInnogyに分離されたが、2020年6月、再エネ以外のネットワーク、小売事業部分について、E.ONが買収を完了している（買収額は約220億€+のれん15億€）

※ドイツでは、公益事業について、コンセッション制度が採用されており、公益事業における配電網や水道管等のインフラ利用権は20年に1度更新される。その際の事業主体の決定権限は市等の自治体に帰属しており、住民投票等の結果によっては、big4⇒自治体公社など、権限が移されることとなる。

- 概ね110kVを境として、送電／配電事業が区切られている。

ドイツ電力事業の役割分担（左図）／配電エリア（右図）



big4の配電エリアを基本としつつ、多数のシュタットベルケ等が乱立

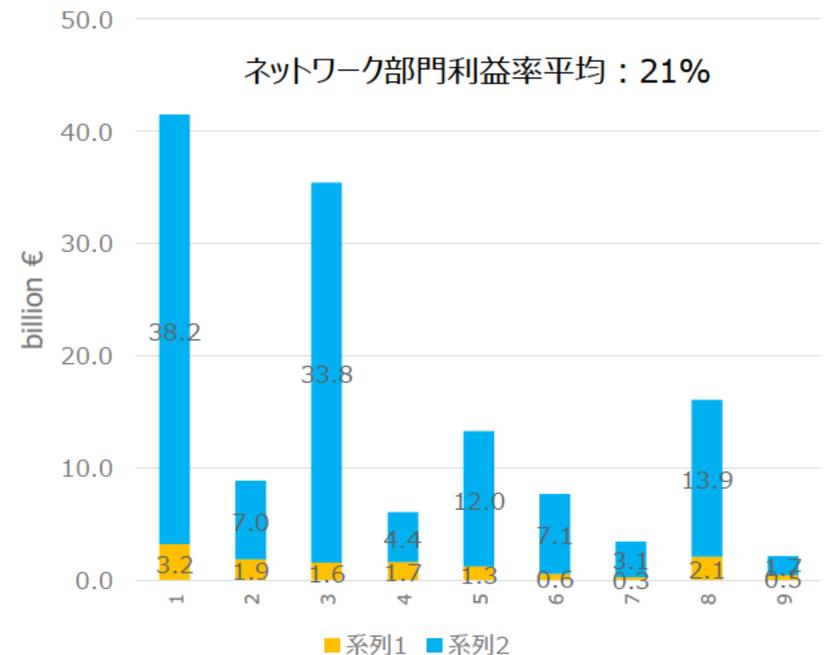
出所：PwC,「平成30年度電力需給・系統等関連調査（今後の電力系統と送配電事業の在り方に関する調査）」（2019/2/28）等を基に日本総研作成

DSO 概要 ドイツ

- ドイツの配電事業は、Big4系4社 + 900以上のシュタットベルケにより運営されている。
- Big4系4社はいずれも配管事業含むガス事業も行い、また海外展開（Vattenfallはスウェーデン企業でドイツに進出）している。
- Big4系4社のネットワーク部門の利益率平均（ただし、ガス・水道等および他国ネットワーク部門含めた数値。EBIT÷ネットワーク部門売上高にて算出）は、概ね21%（ネットワーク部門売上高による加重平均値）

ドイツ配電会社（左図） / big4のネットワーク部門平均利益率（右図）

会社名	送電部門	配電部門 (保有・構築・運用・維持・管理)
E.ON	2010年に送電部門をTennet（蘭）に売却（所有権分離）	2016年に配電・小売部門を本体に残し、残りはuniperに分離
RWE	Amprion (法的分離 25.1%保有)	配電部門を含むInnogyをE.ONに売却
EnBW	TransnetBW (法的分離 100%保有)	Netze BW (子会社)
Vattenfall	2010年に送電子会社の50Hertzをelia（ベ）に売却（所有権分離）	Vattenfall Europe Distribution (子会社)
シュタットベルケ	-	基本的には配電+小売。 ガス事業や水道、熱供給、通信等、 事業内容については各社各様。



出所：各社HPを基に日本総研作成

配電事業者のビジネスモデル シュタットベルケ ドイツ

- シュタットベルケ (stadt werke = city works) は、各地域に拠点 (全国で約900拠点) を構え、地域住民・企業に生活インフラサービスを提供する会社。
- 自治体が出資するが、民間企業経営の成功者を社長として招聘するなど、経営には民間的な手法が活用される。

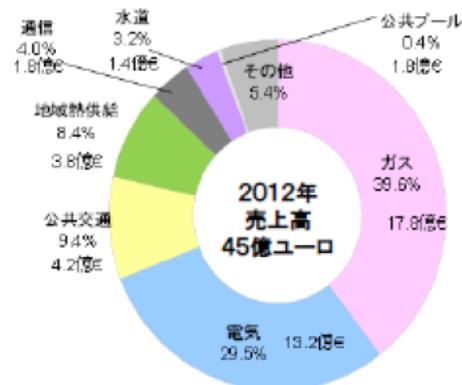
シュタットベルケ特徴

- 電力、ガス、熱供給、水道、公共交通、通信などのサービスを提供
- 自治体が出資しながらも市からは独立した経営体制
- 160年程度前に産業需要で拡大する電力・ガスの需要に対応するため事業を開始
- 地域が自律的に運営するための基盤を提供

一般的事業内容

(1)電力
(2)ガス
(3)熱供給
(4)水道
(5)公共交通
(6)その他 (通信・公共施設運営等)

シュタットベルケ・ミュンヘンの売上構成



出典:シュタットベルケ・ミュンヘン

シュタットベルケ事例 stadtwerke-duisburg AG

- stadtwerke-duisburg AGは、電気事業（発電+配電+小売）に加え、ガス・水道・地域熱供給（他シュタットベルケと共同提供）、また個人／法人顧客向けにエネルギーアドバイザー業務（コンサルタントを派遣してのエネルギー消費診断や、サーモグラフィーを活用した断熱性評価など）も行うなど、単価競争に陥らない取組を追求。

電気販売	ガス販売		水販売	地域熱供給
	電気	天然ガス	水	
	<input type="radio"/> 個人のお客様 <input checked="" type="radio"/> 法人のお客様	5670876	2500	
エネルギー認証（独では、住宅所有者は住宅を売却・賃貸する際、エネルギー要件を満たしているか報告する必要あり） 	断熱性評価（サーモグラフィーを用いた断熱性診断） 	省エネ提案 	省エネローン（太陽光等の設置に係るローン） 	
建物の気密性診断 	エネルギーの観点での住宅購入アドバイス 	飲料水の水質調査結果の公表 	太陽熱およびヒートポンプ製品の販売 	
太陽光発電製品の販売 	EV充電STの運営 	大企業に義務付けられている、DIN規格に準拠したエネルギー監査 	省エネ含めた総合的なエネルギーアドバイザー 	
大規模太陽光の設置コンサル 	<input type="checkbox"/> 個人	<input type="checkbox"/> 法人	<input checked="" type="checkbox"/> 個人/法人	

出所： stadtwerke-duisburg AGウェブサイト（2020/7/20閲覧）等を基に日本総研作成

シュタットベルケ事例 schwäbisch hall stadtwerke strom

- schwäbisch hall stadtwerke stromは、電気事業（発電+配電+小売）に加え、ガス、水道、地域熱供給、充電ST、駐車場、また地域のプール運営も行っている。

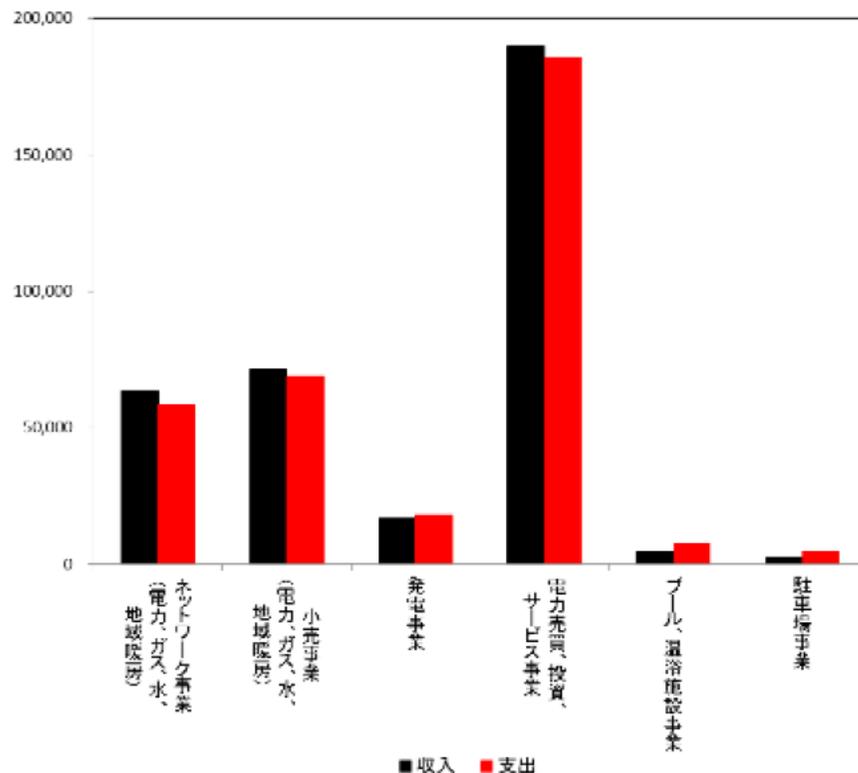
schwäbisch hall stadtwerke stromの顧客提供メニュー

電気	プレミアム電力（100%再エネ電力）の選択肢を提供
ガス	ガス小売
水	一日あたり284万m ³ の水を最終消費者に提供
地域熱供給	熱は、主にバイオメタンと天然ガス発電所で発生します。ヴァッカーズホーフエンなどの一部のコミュニティでは、木材チップも使用されます。
モビリティ+ 駐車場	EVST、天然ガスST、駐車場の運営
地域のプール	地域のプールや温浴施設、ボウリングセンターを運営
省エネ提案	あくまで省エネ方策の掲示など、省エネツールの提供のみ

シュタットベルケ事例 schwäbisch hall stadtwerke strom

- 電力、ガス、水道、地域熱供給に係るネットワーク・小売り事業で得られた収益で、発電事業や、エリア内の各種公共サービス事業（駐車場、地域のプール、温浴施設等）の赤字を補填、地域に必要なインフラサービスを維持。

【シュヴェービッシュ・ハル シュタットベルケの部門別の収益構造】



小売事業(電力、ガス、水、地域暖房)

収入	71,490.3
支出	
原材料購入費用	67,342.5
人件費	277.7
減価償却	30.4
利息	37.0
その他税金	35.1
全体部門への支出?	1,125.0
投資収益	0.4
税引き前利益	2,643.0

プール、温浴施設事業

収入	4,362.1
支出	
原材料購入費用	3,562.2
人件費	1,715.1
減価償却	934.9
利息	775.4
その他税金	115.1
全体部門への支出?	684.2
投資収益	0.0
税引き前利益	-3,434.8

発電事業

収入	16,770.6
支出	
原材料購入費用	13,594.1
人件費	1,150.7
減価償却	1,551.8
利息	833.4
その他税金	103.0
全体部門への支出?	910.5
投資収益	0.0
税引き前利益	-1,372.9

駐車場事業

収入	2,596.4
支出	
原材料購入費用	1,166.8
人件費	289.1
減価償却	1,354.6
利息	1,355.6
その他税金	95.2
全体部門への支出?	413.7
投資収益	0.0
税引き前利益	-2,078.6

電力売買、投資、サービス事業

収入	184,152.0
支出	
原材料購入費用	161,795.0
人件費	9,994.7
減価償却	247.3
利息	783.5
その他税金	67.2
全体部門への支出?	4,590.3
金融資産の減価償却	8,193.1
その他	
金融資産、キャピタルゲイン	5,713.9
推計損失?	2.0
その他損失	247.5
税引き前利益	3,944.6

出所：schwäbisch hall stadtwerke stromウェブサイト（2020/7/20閲覧）等を基に日本総研作成

シュタットベルケ事例 Stadtwerke Munchen

- Stadtwerke Munchenは、電気（発電＋配電＋小売り）・ガス・水道・地域熱供給に加え、地域のプール運営や通信、移動サービスも提供している。

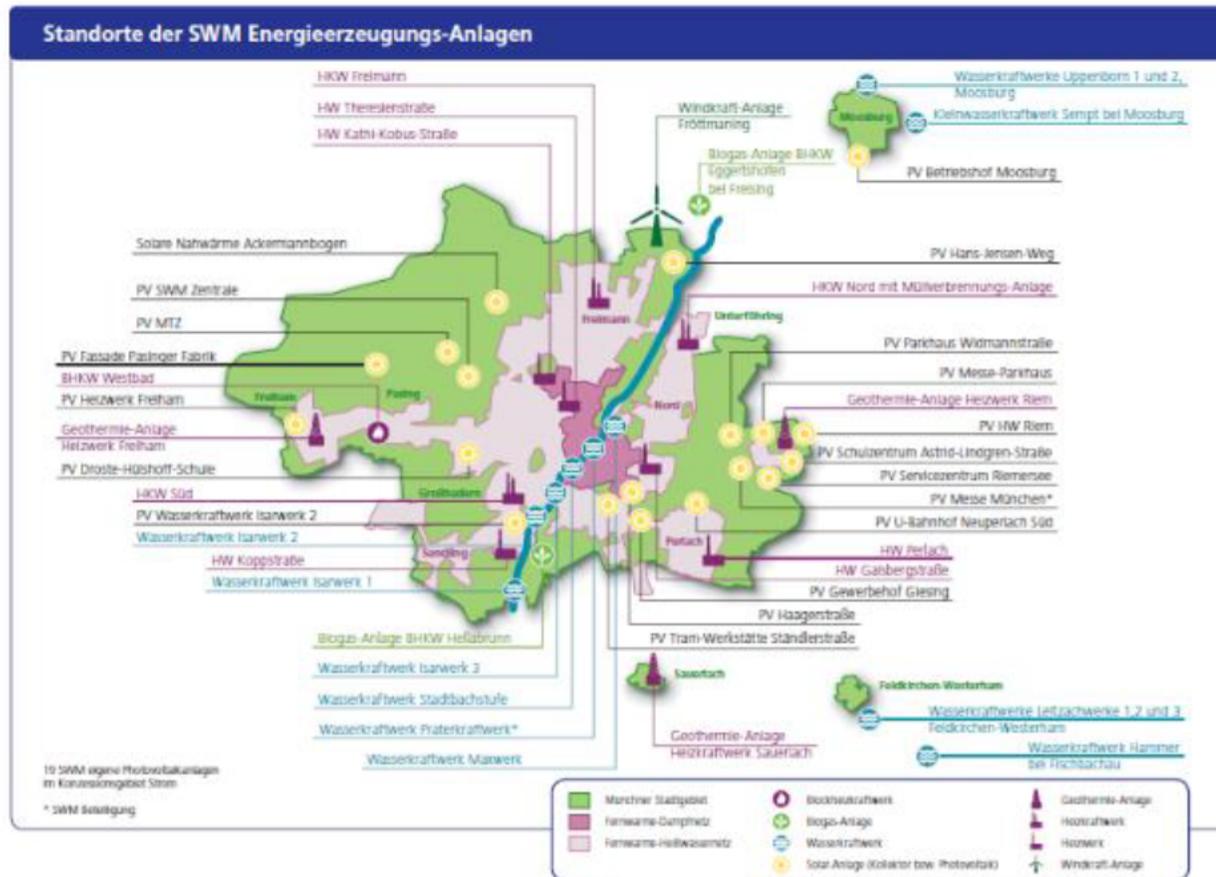
Stadtwerke Munchenの顧客提供メニュー

電気	地域グリーン電力・通常のグリーン電力等も提供
ガス	CO2フリーガスも提供（証書による相殺）
水	水質調査結果等も掲示
地域熱供給	熱は、主にコジエネ発電所で発生するものと、地熱を利用。
地域のプール	屋外／屋内プールやサウナ施設を提供
通信	インターネット・電話サービスを提供
モビリティ	子会社のMVGが、地下鉄・バス・トラムサービスを提供。
省エネ	太陽光システム販売

シュタットベルケ事例 Stadtwerke Munchen

- 廃棄物焼却炉や地域の火力発電の排熱など、地域熱源を有効活用。
- 水力発電やバイオマス、コジェネ等の地域電源を活用するビークルとなっている。

Stadtwerke Munchenの電源マップ



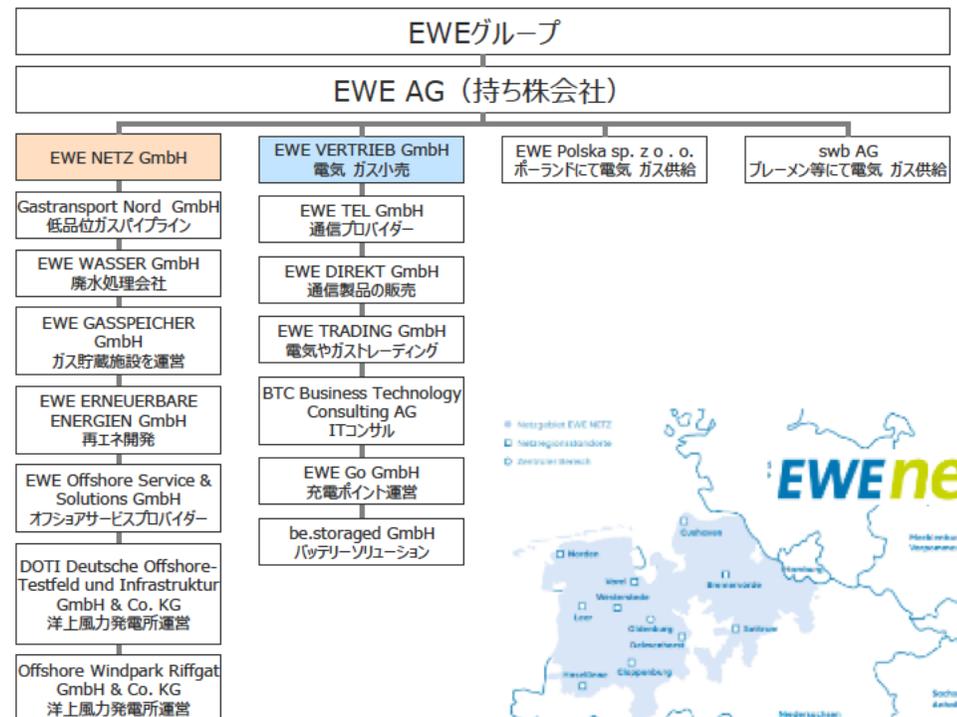
出所：Stadtwerke Munchenウェブサイト（2020/7/20閲覧）等を基に日本総研作成

シュタットベルケ事例 EWE Nets GmbH

- EWE Nets GmbHは、自治体運営のEWEグループ（EnBWと戦略パートナー関係）にて、電力・ガスの配送等を担う事業者（小売はEWE VERTRIEB GmbH（EWE AGの完全子会社）が担当）。
- 配電事業者としては240万軒の顧客を有し、配電網延長は8万kmに達する。

EWE Nets GmbHの概要（左図）／EWEグループ概要（右図）／配電エリア（右下図）

企業名	EWE Nets GmbH
親会社	EWEグループ（持ち株会社：EWE AG）
本社	オルテンブルク
設立	2006年
株主構成	EWE AG（95.9%）およびEms-Weser-Elbe地域の123の自治体を代表するKommunale Netzbeteiligung Nordwest GmbH&Co. KG（4.1%）
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> • 分散型電源による発電 + 配電 • ガス・水道・通信事業
配電エリア	Ems-Weser-Elbe地域、東ブランデンブルク、西ポメラニア北部、リュージェン（1.7万km ² ）
顧客数	240万（ガス：300万）
従業員数	1,700名
年間ピーク負荷	2.2GW
配電電力量	約13,000GWh（2019年）
保有資産	<ul style="list-style-type: none"> • 8万km以上の配電網（2万Vの中電圧：20,500km、230/400Vの低電圧：62,000km以上） • 55,000のPV • 147の変電所（開閉装置は約1.8万） • 5.5万km以上のガス管 • 4万km以上の通信ネットワーク • 2,500km以上の水道管



出所：EWE Nets GmbHウェブサイト（2020/7/9閲覧）等を基に日本総研作成

シュタットベルケ事例 Stromnetz Hamburg

- Stromnetz Hamburgは、ハンブルクの自由都市およびハンザ都市により運営される配電事業者。
- 110万の顧客を有し、配電網延長は2.9万kmに達する。

Stromnetz Hamburgの概要（左図）／配電エリア（右下図）

企業名	Stromnetz Hamburg
本社	ハンブルク
設立	2015年
株主構成	ハンブルクの自由都市およびハンザ都市のグループ持株会社であるHGVハンブルク証券会社（HGV）（5.1%）と、その全額出資子会社であるHamburg Energienetze GmbH（94.9%）
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> • 配電ネットワークの運用、設計、開発 • 最高電圧380kVで受電し、3大変電所にて110kV/25kV/10kV/400V等に変圧し、供給
配電エリア	1,129km ²
顧客数	110万
従業員数	1,275
配電電力量	12,200GWh
保有資産	<ul style="list-style-type: none"> • 1,391kmの架空線と27,939kmの地下ケーブル • 55の変電所と7,700のネットワークステーション



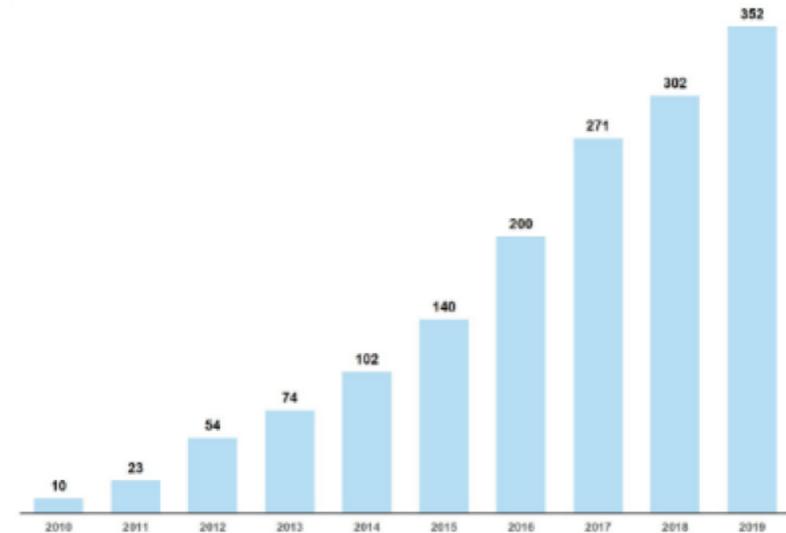
出所：Stromnetz Hamburgウェブサイト（2020/7/9閲覧）等を基に日本総研作成

シュタットベルケ事例 Stromnetz Berlin

- Stromnetz Berlinは、ベルリン市の配電事業を担う配電事業者。
- ベルリン市は、2050年までのカーボンニュートラルを掲げており、その一環で建物レベルのマイクログリッドが多数構築されており、Stromnetz Berlinの配電網に連系されている。

Stromnetz Berlinの概要（左図）／ベルリン市におけるマイクログリッド構築数（右下図）

企業名	Stromnetz Berlin
本社	ベルリン
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> • 配電事業 • 350を超えるマイクログリッド（2019年度末時点）の電力グリッドへの統合
配電エリア	ベルリン市全域（891km ² ）
顧客数	360万人（≠軒）
従業員数	1,285
年間ピーク負荷	2.3GW
配電電力量	13,500GWh（2018年）
保有資産	<ul style="list-style-type: none"> • 35,088kmの配電網（うち98%が地下ケーブル） • 79の変電所と11,000のネットワークステーション



出所：Stromnetz Berlinウェブサイト（2020/7/9閲覧）等を基に日本総研作成

シュタットベルケ事業事例 STEAG（地域熱供給パイプライン事業）

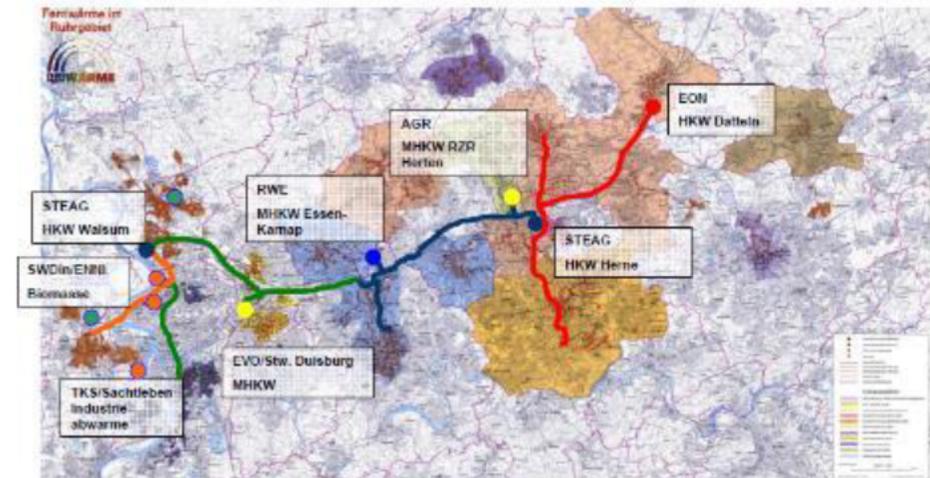
- STEAG社は、隣接するシュタットベルケが共同出資して設立した熱供給会社。

シュタットベルケ共同による熱供給会社の設立



隣接するシュタットベルケが共同出資して熱供給会社を設立した。（STEAG社）

STEAG社による熱供給パイプラインの開発



人口密集地域・ルール地方においてパイプラインを開発した。

(参考) 4シュタットベルケの財政状況

- 国土交通省調査結果によると、アンケートベースではあるが、4シュタットベルケの財政状況については以下の通り。
- 基本的には電力・ガス・水道・熱供給といった主要インフラ関連事業で黒字を確保し、その中から公共交通や市民プールなど、地域住民に求められる赤字事業を運営している状況。

アンケート対象の4シュタットベルケの事業内容および組織体制

	Wuppertaler Stadtwerke	Stadtwerke Iserlohn	Stadtwerke Annaberg-Buchholz	Stadtwerke Oerlinghausen
都市名	Wuppertal市 (ノルトライン＝ヴェストファーレン州)	Iserlohn市 (ノルトライン＝ヴェストファーレン州)	Annaberg-Buchholz市 (ザクセン州)	Oerlinghausen市 (ノルトライン＝ヴェストファーレン州)
人口(2017.12末)	353,590人	92,928人	20,000人	17,530人
電力供給	●	●	●	●
ガス供給	●	●	●	●
熱供給	●	●	●	●
上下水道	●	●		●
公共交通	●(赤字)			●
プール		●(赤字)	●(赤字)	●(赤字)
医薬物	●	●		
その他事業	発電・再エネ事業 省エネコンサル ティン 建物物省エネ改修 関連サービス	発電・再エネ事業 省エネコンサル ティン 建物物省エネ改修 関連サービス 電気自動車関連 サービス 通信事業	通信・インターネッ トサービス・CATV 駐車場 スケート場	シェアバイク 電気自動車関連 サービス 建物物省エネ改修 関連サービス

	Wuppertaler Stadtwerke	Stadtwerke Iserlohn	Stadtwerke Annaberg-Buchholz	Stadtwerke Oerlinghausen
設立年	1838年	1856年	2000年	1900年
SWの会社形態	GmbH(有限会社)	GmbH(有限会社)	AG(株式会社)	GmbH(有限会社)
出資者	市99.39%, 郡0.61%	市100%の持株会社	市100%	市100%
自治体企業グループ内におけるSWの位置づけ	SWが持株会社	SWは上位の持株会社が出資した持株会社	SWが主要事業会社 自治体企業グループ内に持株会社なし	SWが主要事業会社 自治体企業グループ内に持株会社なし
組織体制	出資あり ・エネルギー・水道事業会社 ・公共交通事業会社 (バス・モノレール) ・医薬物事業会社	出資あり ・発電事業会社 (風力、太陽光、ガス火力など) ・電力販売会社 ・通信事業会社 ・マーケティング会社 等	出資あり ・発電事業会社 (バイオマス) ・建築設計事業会社 ・プール	出資あり ・発電事業会社 (バイオマス)

出所：国土交通省、「地方財政の効率化に資する地域マネジメントのあり方に関する研究ドイツの都市公社“Stadtwerke”に着目して」(2019.3)を基に日本総研作成

③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

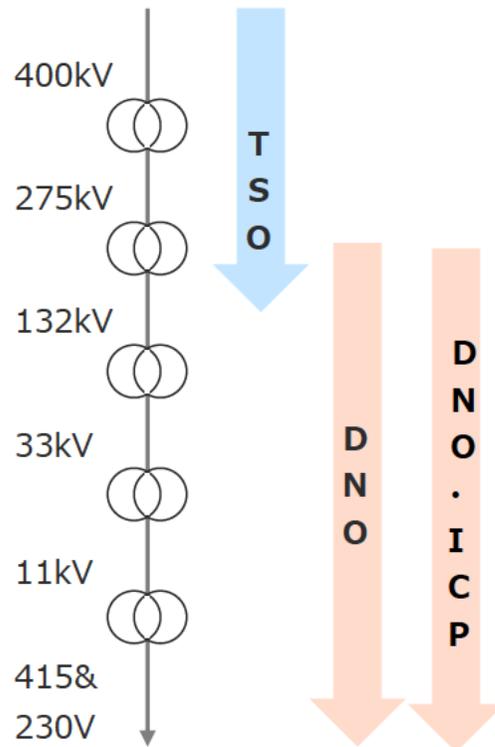
(2) 諸外国の配電事業

b)イギリス

TSO/DSOの事業構造 イギリス

- イギリスの配電部門は、地域独占のDNOの他に、独立系のIDNO、ICPなども存在している。
- 電圧区分は地域によって変わるが、おおむね132KVまでをDNOが担う。

TSO/DSOの電圧区分



TSO/DSOの事業構造

- National Grid Electricity Transmission plc (NGET) 、 Scottish Power Transmission Limited、 Scottish Hydro Electric Transmission plcの三社が系統運営者（Transmission Operators (TOs)）として認可されている。
- 送電系統運用はNational Grid Electricity System Operator (NGESO)一社によって行われている。
- balancingもNational Gridの管轄で行われる

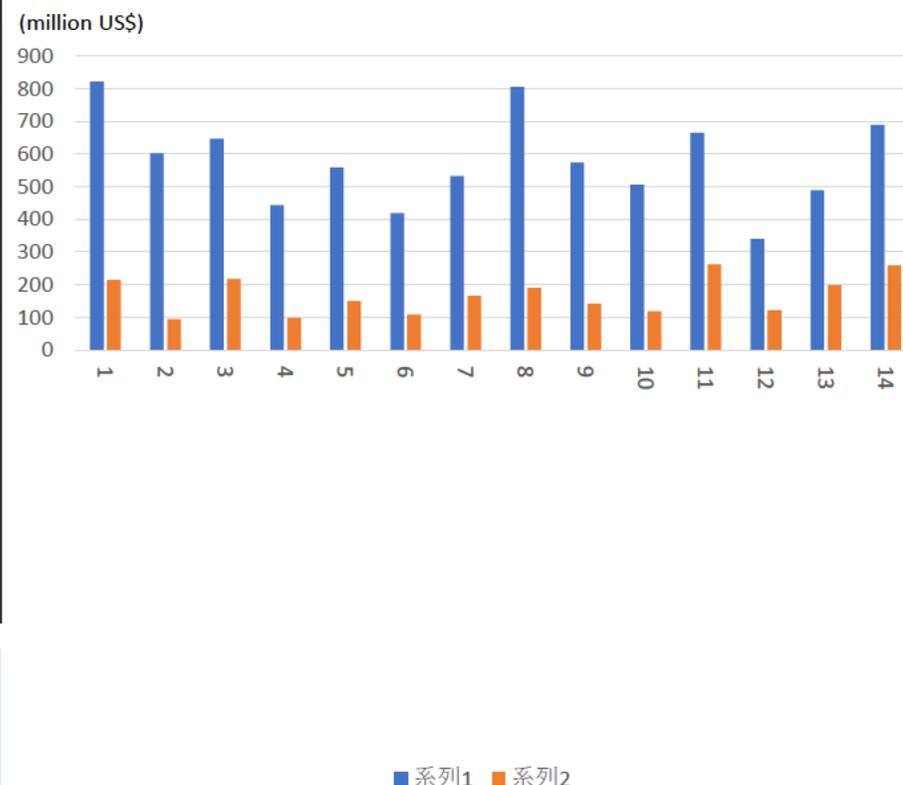
- イギリスの配電事業は6グループ14社によって地域ごとに分けられ運営されている（次ページ）
- 多くの配電事業者が大手電力グループの一部になっている
- 2000年以降、配電領域の競争強化のため独立配電業者（Independent Distribution Network Operator）・独立系統業者（Independent Connection Provider）を新設（後述）
- ofgemによって規制されている
- 小売のライセンスと配電のライセンスを同一の事業者が持つ事は禁止されている

出所：ofgem等に基づき日本総研作成

DNO 概要 イギリス

- イギリスのDNOは6グループ14社であり、会社単体では配電事業のみであるが、グループ会社はガス・通信を取り扱う企業も存在する。
- 収益の大部分はRIIO-ED1により確保されており、14社で売上合計約8,000millionUS\$で純利益は約29%である。

グループ	社名	Parent
Electricity North West Limited	Electricity North West Limited	
Northern Powergrid	Northern Powergrid (Northeast) Limited Northern Powergrid (Yorkshire) plc	Berkshire Hathaway
Scottish and Southern Energy	Scottish Hydro Electric Power Distribution plc Southern Electric Power Distribution plc	SSE
Scottish Power Energy Networks	SP Distribution Ltd SP Manweb plc	Iberdrola
Western Power Distribution	London Power Networks plc South Eastern Power Networks plc Eastern Power Networks plc	PPL
UK Power Networks	Western Power Distribution (East Midlands) plc Western Power Distribution (West Midlands) plc Western Power Distribution (South West) plc Western Power Distribution (South Wales) plc	CK group



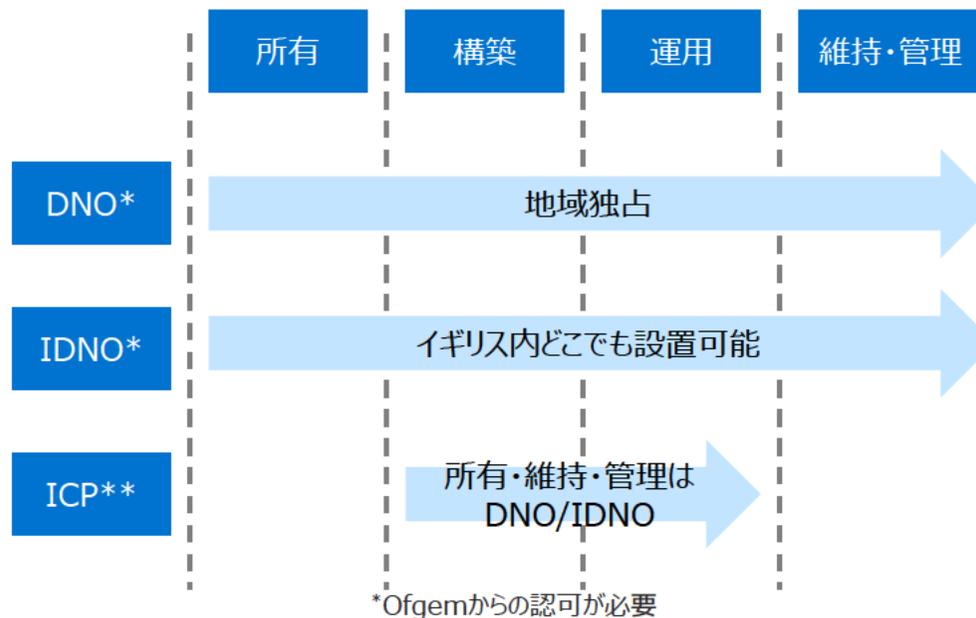
- グループとして発電、電気小売のみならず、ガス・通信事業を行う企業体も存在する。(例：SSE, Scottish Power)
- グループとして、イギリス内では配電事業を主に行い小売事業を行わない事業体も存在する。(例：Electricity North West Limited)

出所：各社DNOウェブサイトに基づき日本総研作成

IDNO/ICP 概要 イギリス

- イギリスでは、住宅地・商業施設開発に伴う新規配電整備の際、DNO以外のIDNO,ICPが整備することが可能。
- IDNOは保安から維持管理まで実施することが可能である一方、ICPはネットワークの構築、運用まで行える。

DNO/IDNO/ICPの業務区分



**National Electricity Registration Scheme (NERS)の認定を受ける必要がある。

IDNOの設定する価格はDNOの価格の同等以下となるよう規制されている。DNOが地域に限られるのに対し、IDNO/ICPは全国でサービスを提供することが可能である。

出所：Vattenfall,Ofgemウェブサイト等に基づき日本総研作成

Leep Utility (IDNO) のCase study



Wood Wharf – London

- 3,300戸以上の新築住宅、200万平方フィート（600km²）近くのオフィススペース、さらにショップ、レストラン、コミュニティ用の複合施設からなる水辺の地区に対して、配電網を構築

MediaCity UK – Manchester

- マンチェスターのTV局BBCとITVの本拠地であるMediaCityUKには、無数のオフィススペース、レストラン、住宅タワー、レジャー施設等が立地している。
- IDNOは配電網の他、グループ会社とともに上下水道、発電等も含め地域一帯のインフラの運用を行っている



出所：Leep Utility ウェブサイト等に基づき日本総研作成

③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

(2) 諸外国の配電事業

c) 兼業規制・行為規制

配電事業者に対する行為規制：ドイツ

- DSOに課せられる主な行為規制及び兼業規制は下記の通り。
- いずれも顧客数が10万未満の企業は適用が免除される。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 DSOとストレージ・システム・オペレータのアンバンドリング §7 a DSOの業務上の分離

(1) §6 (1) 第一文に基づく約束は、以下の各項に従った系統運用の組織化、意思決定及び遂行に関して、第3条 (38) の趣旨の範囲内で、相互接続された配電系統運用者の独立性を確保するものとする。

(2) 無差別の系統運用を確保するため、配電網運営者に勤務する者については、以下の規定を適用する。

1. DSOに対する管理サービスの提供に責任を有する者又は配電網の無差別運転を確保するために不可欠な最終決定の権限を有する者は、DSOの会社組織に所属するものとし、顧客に対するエネルギーの生産、発電又は販売の日常的な運営に直接又は間接に責任を負う垂直統合型エネルギー企業の会社組織に所属してはならない。

2. 垂直統合型エネルギー事業の他の部分において系統運用以外の業務に従事する者は、DSO管理者の技術上の指示に従わなければならない。

(3) §6 (1) 第一文に基づく事業は、DSOの管理業務を委託された者の職業的独立を確保するための適切な措置を講じなければならない。

(4) 垂直統合型エネルギー企業は、配電網を運営、維持及び発展するために必要な垂直統合型企業の資産に関する効果的な意思決定権をDSOが有することを確保しなければならず、また、この法律での垂直統合型エネルギー供給事業の管理その他の事業体から独立して当該権利を行使することができることを確保しなければならない。(以下、省略)

(5) 垂直統合型エネルギー企業は、系統運用業務に関与する従業員に対し、系統業務の無差別運転(均等待遇プログラム)を確保するための拘束力のある計画を策定し、従業員及び規制当局に周知させ、第三者により遵守を監視する義務を負わなければならない(以下、省略)

(6) 垂直的に統合されたエネルギー会社の一部であるDSOは、DSOと垂直統合型エネルギー企業の販売活動との間で混同が発生しないようなコミュニケーションとブランディングの方針を確保しなければならない。

(7) 垂直に統合されたエネルギー供給事業であって、その配電システムが直接または間接的に接続されている顧客数が10万人未満のものは、第3条 (38) *の範囲で接続されている配電システムの事業者に関する上記 (1) から (6) に基づく義務を免除されるものとする。前段の規定は、ガス配電事業に準用する。

*欧州連合内で活動する電気またはガス企業であって、Article 3(2) of Council Regulation (EC) No 139/2004に該当する企業

Big4による配電・小売事業の実施

- E.ONを例にとると、特段の出資比率制限なく複数のDSOを所有しており、またそのうち小売も担うDSOは存在。

E.ONグループの運営する配電事業者

DSO	E.ON出資比率	小売実施
Bayernwerk AG	100%	
innogy Westenergie GmbH	100%	
E.DIS AG	67%	
HanseWerk AG	66.5%	
Avacon AG	61.5%	
Lechwerke AG	89.1%	○
Süwag Energie AG	77.6%	○
envia Mitteldeutsche Energie	58.6%	○
VSE AG	50%	○

出所：E.ONウェブサイトに基づき日本総研作成

配電事業者に対する行為規制：イギリス

- DSOに課せられる主な行為規制及び兼業規制は下記の通り。

条文	規制項目	概要
Condition 4.9	グループ内の取引	DNOは、配電以外の事業活動を行うにあたり、配電事業がそれらの事業に相互補助を与えたり、他の事業から配電事業に相互補助を受け取ったりしないようにしなければならない。
Condition 42.1	情報管理	DNOは、関連事業が機密情報にアクセスできないようにするための管理運営システムを設置、維持しなければいけない。 電気供給者、ガス供給者、ガス出荷者と同様に利用可能である情報、情報が関連する時点で関連事業の顧客であった顧客の情報、当局が書面で企業情報であることを確認したような情報は上記の例外である
Condition 42.5(a),31A.5	会計上の独立	関連事業からの配電事業の経営上及び運営上の完全な独立性の維持する必要がある。配電事業とそれ以外の事業について別個の事業者が行ったように会計処理をする必要がある
Condition 42.5(b)	商標	関連事業が使用するブランドから完全に独立した配電事業のブランドの維持
Condition 42.5(c)	兼職	配電事業から関連事業への従業員の異動を管理する必要がある。

出所:Electricity Distribution Standard Licence Conditions (Gas and Electricity Markets Authority)に基づき日本総研作成

配電事業者の兼業規制・行為規制の海外事例（1/2）

確認項目	ドイツ	イギリス*	フランス**
TSO、DSOのプレイヤー数。	TSO：Big4がかつて保有していた4社 DSO：Big4系列+シュタットベルケの合計900社以上 Big4起源の企業は、出資比率100%、顧客数10万件以上のDSOを複数保有	TSO：3社 DNO：14事業者 IDNO：14事業者	TSO: RTE (EDF出資比率50.1%) 1社 DSO：Enedis (EDFの100%子会社) Enedisの市場シェアは95%程度で残り5%を地方配電業者約160社が占める。
配電事業と発電・小売事業との兼業は認められているか。兼業が認められている事業者数は？	<ul style="list-style-type: none"> 顧客数10万件未満であれば認められる。 兼業が認められている事業者は800以上 	<ul style="list-style-type: none"> 原則認められない。(29.1) 発電事業に関しては、離島供給等安定供給のための発電以外は禁止が定められている(43.B) 	<ul style="list-style-type: none"> 国、地方自治体が過半出資を行っており、かつ生協、農協等の市民団体が1946年4月以降に設立し、現在も運営されている企業(111-54) 顧客数10万件未満であれば認められる(111-57,58)
兼業が認められる条件(総体としての規模や供給区域の自然的社会的条件等)は？	<ul style="list-style-type: none"> 顧客数10万件未満であること 	<ul style="list-style-type: none"> デ・ミニミス事業(De Minimis Business)は例外として実施が認められる。 <ul style="list-style-type: none"> デ・ミニミス事業とは全売上高の2.5%を事業の売上を超えない、または配電会社の資本の2.5%の投資額を超えない限りの配電以外の事業のことを指す。(29.6-10) ただし上記の通り発電事業は別途、禁止されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 国、地方自治体が過半出資を行っており、かつ生協、農協等の市民団体が1946年4月以降に設立し、現在も運営されている企業(111-54) 顧客数10万件未満であること(111-57,58)
配電事業者にどのような行為規制が設けられているのか？(一送と異なる内容の規制であれば、相違点及びその理由・背景)	<ul style="list-style-type: none"> 業務上えた商業的機密情報の管理 以下、10万件以上の事業者にのみ適用 <ul style="list-style-type: none"> 業務上の独立性の確保 関連事業が使用するブランドから完全に独立した配電事業のブランドの維持等 	<ul style="list-style-type: none"> 関連事業が使用するブランドから完全に独立した配電事業のブランドの維持 従業員の部署移動(関連事業と流通事業間の移動)(42.5(B)) 	<ul style="list-style-type: none"> 顧客数10万件の企業のみ適用 <ul style="list-style-type: none"> 独立したNW運営体制の確保(111-61) ブランドの独立(111-64)
電力事業以外の事業(ex.水道事業、地域のバス事業)を行う場合、当該事業の赤字を電力事業の収益で補填しても良いのか？また、逆の補填も可能か？	<ul style="list-style-type: none"> ひとつの事業主体全体で黒字が確保できている場合、獲得した利益(キャッシュ)で、赤字部門を維持していくことは可能(法的根拠は未確認) 	<ul style="list-style-type: none"> 配電事業者の配電事業とその他事業の相互補助、内部補助(cross-subsidy)は禁止されている。どちらの方向の補填も禁止されている。(4.9) 	<ul style="list-style-type: none"> 法律で禁止する規定なし

*セルの括弧内には「Standard conditions of the Electricity Distribution Licence」(Ofgem)の中の該当する条文番号を示した。

**セルの括弧内には「Code de l'énergie」の中の該当する条文番号を示した

出所：各種情報を基に日本総研作成

配電事業者の兼業規制・行為規制の海外事例（2/2）

確認項目	ドイツ	イギリス	フランス
電力事業以外の事業と電力事業は区分会計（個別に会計処理）されているか？	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー産業法で、別個の会計を維持することが規定されており、電気及びガスの各部門、それ以外の事業活動ごとに勘定することとされている。 	<ul style="list-style-type: none"> 関連事業からの配電事業の経営上及び運営上の完全な独立性を維持しなければならない。 DNOに関して各流通事業活動のセグメント情報を営業利益の合計レベルに至るまで開示しなければならない。 IDNOに関しては配電事業とそれ以外の事業について別個の事業者が行ったように会計処理をする必要がある（31.A5） 	<ul style="list-style-type: none"> 配電事業とそれ以外で別会計により勘定（111-84）（111-87）
配電事業の供給区域外の小売事業・発電事業と配電事業との兼業が認められているか？	<ul style="list-style-type: none"> 法律で禁止する規定なし 	<ul style="list-style-type: none"> DNOが域外にてIDNOのライセンスを持つ事は可能とされている。 DNO内に同事業者名で発電事業、小売事業者登録している企業は存在しない。 DNOのみではなくIDNOでもグループとして垂直統合型電気事業者として多くの部門に携わるが、供給・発電部門と送電部門の分離は徹底されている。（例.SSE,Vattenfall） 配電事業のための子会社以外の投資、株式取得は制限されている（29.2） 株式保有、投資のない関連会社が行うのは問題なし（29.5） 	<ul style="list-style-type: none"> 法律で禁止する規定なし
兼業が認められている事業者において、大手電力の出資比率は兼業が認められるかどうかに関係があるか？（どのように関係があるか）	<ul style="list-style-type: none"> 該当なし（出資比率と兼業規制の関係はなし） 	<ul style="list-style-type: none"> 該当なし（出資比率と兼業規制の関係はなし） 	<ul style="list-style-type: none"> 大手電力が過半出資している場合は、発電・小売との兼業は不可（111-54）

*セルの括弧内には「Standard conditions of the Electricity Distribution Licence」（Ofgem）の中の該当する条文番号を示した。

**セルの括弧内には「Code de l'énergie」の中の該当する条文番号を示した

出所：各種情報を基に日本総研作成

(参考) E.ON DSO保有状況

- E.ONは、特段の出資比率制限なく複数のDSOを所有しており、またそのうち小売を担うDSOも存在。

E.ONの主な配電系子会社

DSO	E.ON出資比率	小売実施
Bayernwerk AG	100%	
innogy Westenergie GmbH	100%	
E.DIS AG	67%	
HanseWerk AG	66.5%	
Avacon AG	61.5%	
Lechwerke AG	89.1%	○
Süwag Energie AG	77.6%	○
envia Mitteldeutsche Energie	58.6%	○
VSE AG	50%	○

出所：E.ON公表資料を基に日本総研作成

(参考) innogy Westenergie GmbH

- RWEからE.ONが買収したinnogy SE設立のInnogy Westenergie GmbHは、主に地方自治体に対する電気・ガス供給や、公益事業への出資を行う。

innogy Westenergie GmbH について

以前の競合他社であるE.ONから引き継がれたRWEの子会社であるInnogyは、自治体との事業を再編成しました。

10月1日、「Innogy Westenergie GmbH」が発足します。この「Innogy West energie GmbH」は、地元の地方自治体の公益事業やネットワーク企業に対するInnogyの出資を担当します。さらに、ドイツ最大の流通ネットワーク事業者である「Westnetz GmbH」が新会社の一部となり、ネットワークの所有権を保持します。

West energieは、北ライン・ウェストファリア、ラインラント・パラティナーテ、ロウワーザクセンの一部での新しいE.ONのネットワークと地方自治体の事業を担当します。**ネットワークを介して約500万人の顧客に電力が供給され、約45万人の顧客にガスが供給されます。**Innogyによると、West energieはE.ONの将来の9つの地域企業の中で最大のものになるでしょう。**Innogyは60以上の地方自治体の公益事業に関与しています。**

(参考) EnBW DSO保有状況

- EnBWの配電系子会社・関連会社は以下の通り。
- 例として、「Netze BW GmbH (配電顧客数約232万)」は、EnBWの連結子会社(出資比率100%)でありつつ、配電顧客数10万人を優に超える企業となっている。

EnBWの配電系子会社・関連会社

連結子会社

Grid segment				
Fully consolidated companies				
85	ED Netze GmbH, Rheinfelden	3,4	100.00	45,145
86	EnBW Kommuneale Beteiligungen GmbH, Stuttgart	3	100.00	995,226
87	EnBW Netze BW Beteiligungsgesellschaft mbH, Stuttgart (Formerly EnBW Omega Sedgwick Verwaltunggsgesellschaft mbH, Stuttgart)	3	100.00	1,643,298
88	EnBW RES Beteiligungsgesellschaft mbH, Stuttgart	3	100.00	405,649
89	EVSA Grundstücks- und Gebäudemanagement GmbH & Co. KG, Oberrhein		100.00	91,421
90	FRONTIER TECHNOLOGIES, s.r.o., Prague/Czech Republic	5	100.00	429
91	ADMARX Praha a.s., Prague/Czech Republic	5	100.00	894
92	Netze BW GmbH, Stuttgart	3	100.00	1,130,861
93	Netze BW Omega 1 GmbH, Stuttgart	11	100.00	25
94	Netze BW Wasser GmbH, Stuttgart	3	100.00	32,894
95	Netze-Gesellschaft Südwest mbH, Karlsruhe	3	100.00	71,129
96	Netzgesellschaft Düsseldorf mbH, Düsseldorf	3,5	100.00	1,000
97	Netzgesellschaft Schwürttemberg DonauRies GmbH, Ellwangen/Jagel	3	100.00	138
98	NHif Netzgesellschaft Heilbronn-Franken mbH, Heilbronn	3	100.00	4,000
99	NHf, Netzgesellschaft Heilbronn Land GmbH & Co. KG, Heilbronn		100.00	1,524
100	NWS Grundstücksmanagement GmbH & Co. KG, Oberrhein		100.00	320,932
101	NWS RES Beteiligungsgesellschaft mbH, Stuttgart	3	100.00	79,988
102	ONTRAS Gastransport GmbH, Leipzig	3	100.00	440,000
103	PRStistribuce a.s., Prague/Czech Republic	5	100.00	744,579
104	PRStromovni a.s., Prague/Czech Republic	5	100.00	33,265
105	PRStromovni a.s., Prague/Czech Republic	5	100.00	124
106	RBf wave GmbH, Stuttgart	3	100.00	903
107	Remanetis Ite GmbH, Stuttgart	3	100.00	20,000
108	TransnetBW GmbH, Stuttgart	3	100.00	728,161
109	ZEAD Engineering GmbH, Heilbronn		100.00	3,514
110	EnBW Ostwürttemberg DonauRies AG, Ellwangen	3	99.72	115,439
111	ZEAD Energie AG, Heilbronn		99.45	198,740
112	Stadtwerke Düsseldorf AG, Düsseldorf	5	54.95	543,434
113	Stromnetzgesellschaft Heilbronn GmbH & Co. KG, Heilbronn	8	49.90	36,771
114	Neckar Netze GmbH & Co. KG, Esslingen am Neckar	8	49.00	24,829

非連結子会社

Non-consolidated affiliated entities*				
115	Elektrizitätswerk Aach GmbH, Aach	5	100.00	3,387
116	Energieversorgung Galdorf OHG der EnBW Kommuneale Beteiligungen GmbH und NWS RES Beteiligungsgesellschaft mbH, Galdorf	5	100.00	3,526
117	Energieversorgung Raum Friedrichshafen Verwaltungsgesellschaft mbH, Stuttgart	5	100.00	27
118	Energieversorgung Rhein/Elde/Donausch-Weihen Verwaltung GmbH, Rhein/Elde	11	100.00	-
119	SDMcom GmbH, Leipzig (Formerly SDMcom Gesellschaft für Dokumentation und Telekommunikation mbH, Leipzig)	3,5	100.00	304
120	SDMAGIC GmbH, Leipzig	5	100.00	2,214
121	HEV Hohenloher Energie Versorgung GmbH, Hohenlohe-Oberdenbach	3,5	100.00	10,219
122	MovaTec GmbH, Leipzig	5	100.00	177
123	Neckar Netze Verwaltungsgesellschaft mbH, Esslingen am Neckar	5	100.00	121
124	NHf, Verwaltungs-GmbH, Heilbronn	5	100.00	24
125	OSO ONTRAS Servicegesellschaft mbH, Leipzig	5	100.00	25
126	Transnet BW Süd/Link Verwaltungsgesellschaft mbH, Stuttgart (Formerly Konverter Ultranet Verwaltungsgesellschaft mbH, Stuttgart)	5	100.00	24
127	TransnetBW Süd/Link GmbH & Co. KG, Stuttgart (Formerly Konverter Ultranet GmbH & Co. KG, Stuttgart)	5	100.00	0
128	INFRACON Infrastruktur Service GmbH & Co. KG, Leipzig	5	99.50	714
129	Rieger GmbH & Co. KG, Lichtenstein, Kreis Neudlingen	5	74.28	882
130	Rieger Beteiligungs-GmbH, Lichtenstein, Kreis Neudlingen	5	74.24	48
131	Elektrizitätswerk Welfenhorn AG, Welfenhorn	5	63.24	3,782
132	Netze Pforzheim-Region GmbH & Co. KG, Pforzheim	5	40.00	19,100
133	Gasnetzgesellschaft Lügheim GmbH & Co. KG, Lügheim	5	50.10	3,990
134	Gasnetzgesellschaft Lügheim Verwaltungs GmbH, Lügheim	5	50.10	27
135	Netzgesellschaft Elz-Neckar GmbH & Co. KG, Oberrhein	5	50.10	1,193
136	Netzgesellschaft Elz-Neckar Verwaltungs GmbH, Oberrhein	5	50.10	32
137	Stromnetzgesellschaft Albershausen GmbH & Co. KG, Albershausen	5	50.10	817
138	Stromnetzgesellschaft Albershausen Verwaltungs GmbH, Albershausen	5	50.10	30
139	Stromnetzgesellschaft Heilbronn Verwaltungs-GmbH, Heilbronn	5	50.10	26
140	Stromnetzgesellschaft Lügheim GmbH & Co. KG, Lügheim	5	50.10	2,304
141	Stromnetzgesellschaft Lügheim Verwaltungs GmbH, Lügheim	5	50.10	27

関連会社

Entities accounted for using the equity method				
142	Stadtwerke Esslingen am Neckar GmbH & Co. KG, Esslingen am Neckar	5	48.90	47,467
143	Pradka energie wa Hlubá a.s., Prague/Czech Republic	5,9	48.90	374,930
144	Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart	5	27.20	112,751
145	Heilbronner Wasserversorgung GmbH, Heilbronn	4,5	25.10	51,753
146	Stuttgart Wasser GmbH, Stuttgart	4,5,9	25.10	284,148
147	KraftEnergie GmbH, Neudingen	4,5	24.90	114,764
148	Stadtwerke Hildesheim GmbH, Hildesheim	3,4,5	24.90	10,038
149	GasLINE Telekommunikationsnetzgesellschaft deutscher Gasversorgungsunternehmen mbH & Co. Kommanditgesellschaft, Straelen	5	23.39	74,423
150	Zweckverband Riedheim-Muesenwasserversorgung, Stuttgart	5	21.45	151,948
151	Stadtwerke Karlsruhe GmbH, Karlsruhe	4,5	20.90	170,170

出資比率

(参考) Vattenfall DSO関連情報

- Vattenfallの完全子会社であるStromnetz Berlinは、20年以上にわたりベルリン市（顧客数230万以上）の配電を担っていたが、配電権について、2019年にシュタットベルケであるBerlinEnergieに譲渡されることとなった。

ベルリン市における配電権の譲渡

Vattenfallの完全子会社であるStromnetzBerlinは、ドイツの都市ベルリンへのグリッドコンセッション権を失いました。地方自治体のエネルギー会社BerlinEnergieは、Stromnetz Berlinが20年以上保持していた権利を譲渡されました。

Vattenfallの社長兼最高経営責任者であるマグヌスホールは次のように述べています。「私たちはベルリンで電力網を長く成功裏に運営してきましたが、もちろん市の決定には失望しています。「私たちは、グリッドを効率的に運用するための経験と能力を持っていることを証明しました。今日のように、またはベルリン市とのパートナーシップで継続することを望んでいました。」彼は、ベルリンとドイツが会社にとって重要な場所と市場であり続けるだろうと付け加えました。「全体として、ドイツでは非常に前向きな進展が見られ、ドイツ市場では約360万人の電力およびガスの顧客に大幅な顧客成長が見られます。「私たちは引き続きドイツのエネルギー転換に貢献し、分散型エネルギーソリューション、再生可能エネルギーと熱の生産、運輸部門の電化などの成長機会を見たいと考えています。」**ベルリンのグリッドコンセッションには、35,000kmの配電網と230万人以上の顧客が含まれています。**

Vattenfallディストリビューションの上級副社長であるAnnikaViklundは、次のように述べています。「ドイツのエネルギー転換の将来の課題に対応するために、ベルリンの電力網を継続的に開発し、投資してきました。「これに関する証明書として、私たちは最近、ドイツ連邦ネットワーク庁から可能な限り最高の「超効率的」という評価を授与されました。「したがって、私たちはベルリン市による決定を後悔しており、私たちのさらなる行動方針についての決定に先立って、選択声明を分析します。」

StromnetzBerlinには約1200人の従業員がいます。

出所：Vattenfall公表資料を基に日本総研作成

(参考) DSOに課せられる行為規制及び兼業規制

- DSOに課せられる主な行為規制及び兼業規制は下記の通り。
- いずれも顧客数が10万未満の企業は適用が免除される。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 DSOとストレージ・システム・オペレータのアンバンドリング §7 a DSOの業務上の分離

(1) §6 (1) 第一文に基づく約束は、以下の各項に従った系統運用の組織化、意思決定及び遂行に関して、第3条 (38) の趣旨の範囲内で、相互接続された配電系統運用者の独立性を確保するものとする。

(2) 無差別の系統運用を確保するため、配電網運営者に勤務する者については、以下の規定を適用する。

1. DSOに対する管理サービスの提供に責任を有する者又は配電網の無差別運転を確保するために不可欠な最終決定の権限を有する者は、DSOの会社組織に所属するものとし、顧客に対するエネルギーの生産、発電又は販売の日常的な運営に直接又は間接に責任を負う垂直統合型エネルギー企業の会社組織に所属してはならない。

2. 垂直統合型エネルギー事業の他の部分において系統運用以外の業務に従事する者は、DSO管理者の技術上の指示に従わなければならない。

(3) §6 (1) 第一文に基づく事業は、DSOの管理業務を委託された者の職業的独立性を確保するための適切な措置を講じなければならない。

(4) 垂直統合型エネルギー企業は、配電網を運営、維持及び発展するために必要な垂直統合型企業の資産に関する効果的な意思決定権をDSOが有することを確保しなければならない。また、この法律での垂直統合型エネルギー供給事業の管理その他の事業体から独立して当該権利を行使することができることを確保しなければならない。(以下、省略)

(5) 垂直統合型エネルギー企業は、系統運用業務に関与する従業員に対し、系統業務の無差別運転(均等待遇プログラム)を確保するための拘束力のある計画を策定し、従業員及び規制当局に周知させ、第三者により遵守を監視する義務を負わなければならない(以下、省略)

(6) 垂直的に統合されたエネルギー会社の一部であるDSOは、DSOと垂直統合型エネルギー企業の販売活動との間で混同が発生しないようなコミュニケーションとブランディングの方針を確保しなければならない。

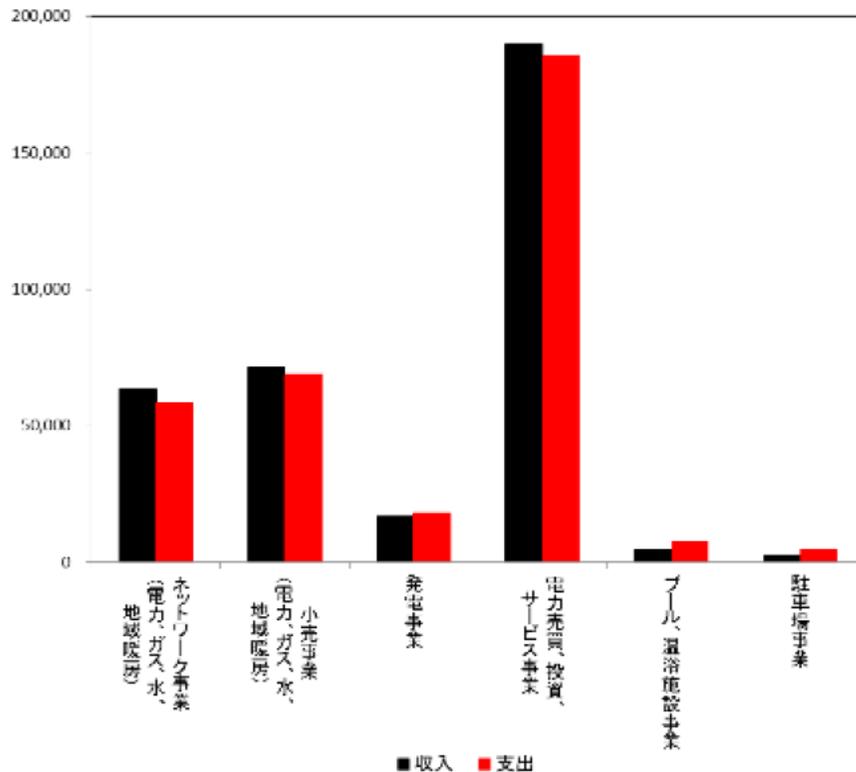
(7) 垂直に統合されたエネルギー供給事業であって、その配電システムが直接または間接的に接続されている顧客数が10万人未満のものは、第3条 (38) *の範囲で接続されている配電システムの事業者に関する上記 (1) から (6) に基づく義務を免除されるものとする。前段の規定は、ガス配電事業に準用する。

*欧州連合内で活動する電気またはガス企業であって、Article 3(2) of Council Regulation (EC) No 139/2004に該当する企業

(参考) 事業間の補填

- 電力、ガス、水道、地域熱供給に係るネットワーク・小売り事業で得られた収益で、発電事業や、エリア内の各種公共サービス事業（駐車場、地域のプール、温浴施設等）の赤字を補填、地域に必要なインフラサービスを維持。

【シュヴェービッシュ・ハル シュタットベルケの部門別の収益構造】



小売事業(電力、ガス、水、地域暖房)

収入	71,490.3
支出	
原材料購入費用	67,342.5
人件費	277.7
減価償却	30.4
利息	37.0
その他税金	35.1
全体部門への支出?	1,125.0
投資収益	0.4
税引き前利益	2,643.0

プール、温浴施設事業

収入	4,362.1
支出	
原材料購入費用	3,562.2
人件費	1,715.1
減価償却	934.9
利息	775.4
その他税金	115.1
全体部門への支出?	684.2
投資収益	0.0
税引き前利益	-3,434.8

発電事業

収入	16,770.6
支出	
原材料購入費用	13,594.1
人件費	1,150.7
減価償却	1,551.8
利息	833.4
その他税金	103.0
全体部門への支出?	910.5
投資収益	0.0
税引き前利益	-1,372.9

駐車場事業

収入	2,596.4
支出	
原材料購入費用	1,166.8
人件費	289.1
減価償却	1,354.6
利息	1,355.6
その他税金	95.2
全体部門への支出?	413.7
投資収益	0.0
税引き前利益	-2,078.6

電力売買、投資、サービス事業

収入	184,152.0
支出	
原材料購入費用	161,795.0
人件費	9,994.7
減価償却	247.3
利息	783.5
その他税金	67.2
全体部門への支出?	4,590.3
金融資産の減価償却	8,193.1
その他	
金融資産、キャピタルゲイン	5,713.9
推計損失?	2.0
その他損失	247.5
税引き前利益	3,944.6

出所：schwäbisch hall stadtwerke stromウェブサイト（2020/7/20閲覧）等を基に日本総研作成

(参考) 電力事業者に課される会計の個別管理規制

- 事業ごとに勘定することが求められており、電気及びガス部門以外の活動においても勘定を設けることが認められている。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 TSOとDSOの共通規則 §6 アンバンドリングの範囲と目的

(3) 垂直的に統合されたエネルギー供給会社 (関連する電力会社又はガス会社のグループに属し、エネルギー関連サービスを直接又は間接に提供する法律上独立した会社を含む。) 及び法律上独立したシステム事業者並びに貯蔵施設の事業者は、差別及び内部相互補助を回避するために、これらの活動が法的に独立した企業によって行われる場合に必要とされる**次の分野における各活動について、内部会計において別個の会計を維持しなければならない。**

1. 送電
2. 配電
3. ガス導管
4. ガス分配
5. ガス貯蔵
6. LNG設備の運転

この規定の適用上、活動には、電気又はガス供給網、ガス貯蔵施設又はLNG施設の所有権の経済的利用を含める。電力部門及びガス部門におけるその他の活動については、各部門内で集計することができる勘定を維持しなければならない。また、**電気及びガス部門以外の活動については、別個の勘定を設けることができる。**それらを個々の活動に直接配分することが不可能又は不合理な努力を伴う場合には、それらは、第三者にとって適切かつ理解可能でなければならないコード体系によって勘定に配分されなければならない。年次財務諸表の作成に伴い、第1項第1号の規則に対応する貸借対照表及び損益計算書(活動勘定)を作成し、審査のために監査人に提出しなければならない。この文脈において、会計は、減価償却方法を含む規則を示すものとし、それに従って資産及び負債並びに費用及び収益は、第1文から第4文までに従って維持される勘定に配分される。

(5) 年次計算書類の監査には、上記第三項の規定による会計上の義務の遵守も含まれる。分離勘定の存在に加えて、勘定の評価及び配分が適正かつ分かりやすく行われているか、整合性の原則が遵守されているかを検証する。**年次財務諸表に関する監査意見書には、上記第三項の要件が満たされているかどうかを記載しなければならない。**

託送料金の精算スキーム

- ドイツでは、DSOが、TSO、小売とそれぞれ託送供給契約を結び、TSOの託送料金を含めて小売事業者に対してまとめて請求する。

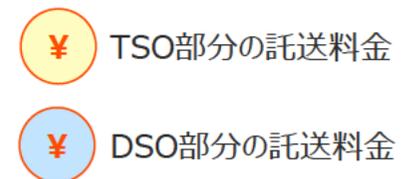
Point①

TSO⇔DSO、DSO⇔小売間で託送供給契約を結ぶ



Point②

TSOの分もまとめてDSOが小売に託送料金を請求する



(参考) DSO託送料金の精算の仕組み①

ドイツ大手TSOのAmprionのアンニュアルレポート等によれば、**TSOと託送供給契約を締結する大半はDSOである。**

Amprion Annual report

Amprion's customers are industrial companies, distribution network operator and power stations connected directly to the extra-high-voltage grid.

顧客は、企業、配電網運営者、超高電圧グリッドに直接接続された発電所である。

収入源	収入割合
DSO	84%
Industries	13%
Power Stations	3%

TenneT HP : German Regulation

As transmission system operators, TenneT's customers are not only directly connected companies or generation plants but also the subordinate grid operators - the distribution system operators.

送電事業者であるTenneTの顧客は、直接接続されている企業や発電所だけでなく、配電網の下位に位置する配電網事業者も含まれる。

TenneT charges them for the use of the high and extra-high voltage grid. The underlying grid operators pass on the costs as part of their own grid charges to their customers.

TenneTは、高圧および超高電圧送電網の使用料を請求します。基盤となるグリッドオペレーターは、独自のグリッド料金の一部として、**そのコストを顧客に転嫁しています。**

⇒より下位の顧客に価格を転嫁していることが言及されている。

出所：https://www.amprion.net/Dokumente/Amprion/Gesch%C3%A4ftsberichte/2019/amprion_annual-report-2019_financial-report.pdf
<https://www.tennet.eu/e-insights/regulation-of-the-electricity-price/german-regulation/> を基に日本総研作成

(参考) DSO託送料金の精算の仕組み②

- ベルリン市中心に配電事業を手掛ける大手DSOであるStromnetz Berlin社は、公表している託送供給約款の中で、**DSO自身の託送料金に加え、上流ネットワーク利用料金(TSO)を含めて系統利用者 (=小売事業者) に請求する**と記載している。

「Agreement for grid usage(託送契約)」における託送料金に関する記載

【原文】

§ 7 Entgelte

- Der Netznutzer zahlt für die Leistungen des Netzbetreibers die Entgelte nach Maßgabe der geltenden auf der Internetseite des Netzbetreibers veröffentlichten Preisblätter. In diesen sind die Kosten für die Inanspruchnahme der vorgelagerten Netzebenen enthalten. Darüber hinaus stellt der Netzbetreiber dem Netznutzer die jeweils gültigen gesetzlich vorgesehenen Steuern und sonstige hoheitlich veranlasste oder gesetzliche Belastungen wie Abgaben und Umlagen mit dem Netzentgelt in Rechnung. ~

【和訳】

§ 第7条 料金

- 系統利用者は、系統運用者のサービスに係る料金を、第7条の各項に定めるところにより支払うものとする。単価については、HP上に掲載している適用価格表を参照すること。系統利用料金には、上流のネットワークを利用するための費用が含まれています。また系統運用者は系統利用者に対して、適用される法定税およびその他の法定料金（課徴金や課徴金など）を、請求しなければならない。~

出所：Stromnetz Berlin公表資料を基に日本総研作成

(参考) DSO託送料金の精算の仕組み③

- また同じく公表されているStromnetz Berlin社の毎年の財務諸表の中でも、TSO側の託送料金が損益計算書上の原材料費として計上されていることから、**TSO側の託送供給料金をDSOが支払っていることが確認できる。**
(= TSOとDSOとの間で託送供給契約が締結されている。)

損益計算書上の原材料費内訳におけるTSO料金の記載

Materialaufwand(損益計算書上の原材料費)

Mio. €(百万ユーロ)	2019	2018
Energiebezug	58.4	50.6
EEG	44.1	50.0
Übrige	20.7	20.0
Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und für bezogene Waren(原材料・消耗品等費用計)	123.2	120.6
Nutzung vorgelagerter Netze(上流ネットワーク使用料金)	184.2	225.8
Belastungsausgleich KWK	73.2	90.5
Belastungsausgleich gem. § 19 Abs. 2 StromNEV	29.8	36.0
Belastungsausgleich gem. § 17 EnWG	48.2	4.9
Belastungsausgleich gem. § 18 AbLaV	0.6	1.4
Fremdlieferungen und -leistungen	56.3	54.7
Aufwendungen für bezogene Leistungen(外部サービス購入費用計)	392.3	413.3
	合計	515.5
		533.9

出所：Stromnetz Berlin公表資料を基に日本総研作成

TSO⇒DSO間の料金設定

系統の利用料金は基本料金 (kW) + 従量料金 (kWh) で設定されている。

系統料金の計算において考慮されるデータ

基本料金	当該年度の最大電力 (kW) を15分値のピーク値
従量料金	年間エネルギー消費量 (kWh/年)
価格設定	接続点の電圧レベルにより単価が変動する <ul style="list-style-type: none"> 超高压レベル：380kVまたは220kV <ul style="list-style-type: none"> 変圧器レベル：380kVまたは220kVまたは110kV

下記の二点の合計によって料金が決まる

- 年間最大電力量 (kW) × 電力需要単価 (€/kW)
- 年間消費電力量 (kWh) × 消費電力単価 (€/kWh)

グリッド料金の決定

§ 4 ARegV (インセンティブ規制令) による、レベニューキャップ制度により収益上限が設定されている。レベニューキャップの調整に伴い、グリッド料金が再計算される。

グリッド料金の設定

§32a StromNEVに従い、送電網料金は2019年初頭から徐々に標準化が勧められている。

経過措置として、現在の送電網料金は、①TSO別に設定された部分と②全国一律で設定された部分で構成されている。(2021年は①が40%、②全国統一部分が60%となっており、年率20%ずつ②の比率を引き上げることになっている)

出所：<https://www.amprion.net/Market/Grid-Customer/Grid-Charges/>
<https://www.amprion.net/Market/Grid-Customer/Grid-Charges/Guideline-for-calculating-the-overall-grid-charge.html> を基に日本総研作成

参考：TSO⇒DSO間料金表

企業別に設定された料金と統一部分の料金が合算され、請求金額が決まる。

料金例 (Amprion)

		年間系統利用時間			
		2500時間以上		2500時間以下	
		最大電力需要量	年間消費電力量	最大電力需要量	年間消費電力量
		€/kW	Ct/kWh	€/kW	Ct/kWh
超高压電圧レベル地点* (①+②)		9.27	2.24	54.10	0.45
	①Amprion個別系統価格分	2.95	0.70	16.79	0.15
	②統一系統価格分	6.32	1.54	37.31	0.30
変圧器レベルも含む地点* (①+②)		14.02	2.46	68.31	0.29
	①Amprion個別系統価格分	4.92	0.76	20.39	0.14
	②統一系統価格分	9.10	1.70	47.92	0.15

*経過措置により、現在はTSO独自の部分と全国標準の部分を一定の比率で按分した上で合計し算定される。2023年には全国の託送料金が統一化される予定

出所：<https://www.amprion.net/Dokumente/Strommarkt/Netzkunden/Netzentgelte/Entgelte/Entgelte-Amprion-gueltig-ab-01-01-2021-englische-Version.pdf> を基に日本総研作成

③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

(2) 諸外国の配電事業

d)保安

電気保安に関する法令 概要

諸外国における配電事業に関する法令整備状況は下記の通り。
 立ち入り検査を除くと、諸外国では法律に定めるのではなく、法令あるいは自主保安に委ねるケースが多い。

確認項目	ドイツ	イギリス	フランス
配電事業者の属性	配電事業者 ・ Big4系列 ・ 地域経営会社 ➤ 約200社 ・ 地方経営会社 ➤ 約700社	大手配電事業者 (DNO) 14社 (地域独占事業者) 独立系配電事業者 (IDNO) 14社 (全国に設置可能)	DSO : Enedis (EDFの100%子会社) Enedisの市場シェアは95%程度で残り 5%を地方配電業者約160社が占める。
設備保守人員の具体例	<ul style="list-style-type: none"> 調査しましたが見つかりませんでした 	<ul style="list-style-type: none"> 調査しましたが見つかりませんでした 	<ul style="list-style-type: none"> 調査しましたが見つかりませんでした。
保安規程の制定・遵守、電気主任技術者の選任・配置義務	エネルギー産業法EnWGへの規定なし	電気法への規定なし	エネルギー法への規定なし
配電設備に対する技術基準維持義務	エネルギー産業法EnWG §49 (1) (2) に技術ルールの遵守規定あり 詳細はVDE (電気電子情報技術協会) の技術的規則に記載	電気法29,30条に故障発生時の報告義務及び定期調査の実施義務は規定されているものの、 技術基準の維持に関する具体的な規定はなし	エネルギー法典への規定なし 民間の業界団体が規定した基準が政府承認を受けて実質的な基準として定められている。(義務なし)
需要家に対する設備調査義務	エネルギー産業法EnWGへの規定なし	電気法への規定なし 電気法の規則レベルに一定の要求水準を満たすことの規定あり	エネルギー法典への規定なし 建築物住居法典の下の法令に調査義務の規定あり
配電事業者への立入検査及び行政指導の権限等	エネルギー産業法EnWG §49 (7) に立入検査及び行政指導の権限規定あり	エネルギー法30条 (3) に指定した電気検査員による立ち入りを許可する規定あり	エネルギー法典第一章-L131-1条に調査権に関する規定あり

出所：各種資料に基づき日本総研作成

配電設備に対する技術基準維持義務 ドイツ

エネルギー産業法EnWGには、設備の技術基準を維持する義務が規定はされているものの、詳細はVDE（電気電子情報技術協会）の技術規則に従うこととなっており、具体的な内容は記載されていない。

エネルギー産業法-EnWG

Part 6 エネルギー供給の安全性と信頼性 §49 エネルギー設備の要件

- (1) Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten.
- (2) Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von 1.Elektrizität die technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.,
- (4) Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie wird ermächtigt, zur Gewährleistung der technischen Sicherheit, der technischen und betrieblichen Flexibilität von Energieanlagen sowie der Interoperabilität von Ladepunkten für Elektromobile durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates
 1. Anforderungen an die technische Sicherheit dieser Anlagen, ihre Errichtung und ihren Betrieb festzulegen;
 4. behördliche Anordnungsbefugnisse festzulegen, insbesondere die Befugnis, den Bau und den Betrieb von Energieanlagen zu untersagen, wenn das Vorhaben nicht den in der Rechtsverordnung geregelten Anforderungen entspricht;

仮訳

- (1) エネルギー設備は、技術的安全性が確保されるように建設し、運用しなければならない。その他の法律の規定に従うことを条件として、一般に認められた技術上のルールを遵守しなければならない。
- (2) 一般に認められた技術上の規則を遵守しているものと推定されるのは、発電、送電及び供給のための設備の場合である。
 1. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.（電気電子情報技術協会）の技術的規則
- (4) 連邦経済エネルギー省は、エネルギーシステムの技術的安全性、技術的・運用的柔軟性、および電気自動車用充電ポイントの相互運用性を確保するために、連邦議会の同意を得た条例により、以下の権限を与えられている。
 1. これらの施設の技術的安全性、建設、運転に関する要件を規定すること。
 4. 命令の公式権限、特にプロジェクトが法定命令で規定された要件に適合しない場合、エネルギー設備の建設および運用を禁止する権限を定義すること。

配電事業者への立入検査及び行政指導の権限等 ドイツ

配電事業者への立入検査及び行政指導の権限は、エネルギー産業法part6 §49に規定されている。

エネルギー産業法-EnWG

Part 6 エネルギー供給の安全性と信頼性 §49 エネルギー設備の要件

(7) Die von der nach Landesrecht zuständigen Behörde mit der Aufsicht beauftragten Personen sind berechtigt, Betriebsgrundstücke, Geschäftsräume und Einrichtungen der Betreiber von Energieanlagen zu betreten, dort Prüfungen vorzunehmen sowie die geschäftlichen und betrieblichen Unterlagen der Betreiber von Energieanlagen einzusehen, soweit dies zur Wahrnehmung der Aufgaben nach Absatz 5 erforderlich ist.

仮訳

(7) 州法に基づき管轄当局から監督を委託された者は、第5項の業務を遂行するために必要な範囲で、エネルギーシステム事業者の施設、事業所、施設に立ち入り、検査を実施し、エネルギーシステム事業者の業務文書及び運用文書を検査する権利を有するものとする。

配電設備に対する技術基準維持義務及び立ち入り許可 イギリス

電気法29及び30条に、故障発生時の報告義務及び定期調査の実施義務が課せられている。

電気法-Electricity Act 1989

29Regulations relating to supply and safety

(2)Without prejudice to the generality of subsection (1) above, regulations under this section may—

(b)make provision requiring notice in the prescribed form to be given to the Secretary of State, in such cases as may be specified in the regulations, of accidents and of failures [F5in the distribution or transmission] of electricity [F6or in the use of electricity interconnectors];

30Electrical inspectors.

(2)The duties of an electrical inspector under this Part shall be as follows—

(a)to inspect and test, periodically and in special cases, electric lines and electrical plant belonging to persons authorised by a licence or exemption to generate, [F11distribute or participate in the transmission of] electricity

(3)The Secretary of State may by regulations—

(b)require persons authorised by a licence or exemption to [F5carry on licensable activities]—

(ii)to allow such inspectors access to premises and the use of electrical plant and other facilities;

仮訳

(b)規則で定める場合には、電気（F6 または電気相互接続装置の使用）の事故や故障（F5 配電または送電）が発生した場合には、所定の様式で国務長官に通知することを義務づける規定を設けている。

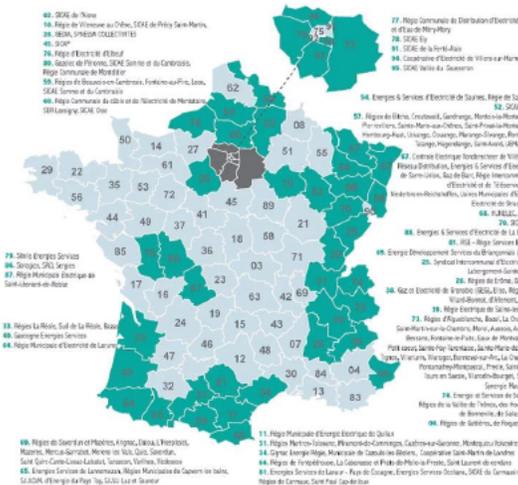
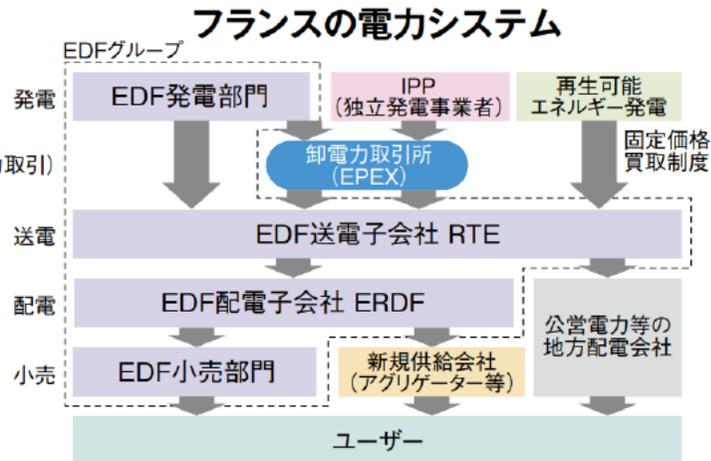
(a)電気を発生させ、[F11配電し、または送電に参加する]許可または免除を受けた者が所有する電線および電気設備を、定期的に、また特別な場合には検査し、試験すること。

(ii)検査員に、施設への立ち入り、電気設備およびその他の施設の使用を許可する

配電事業の属性 フランス

- 参入企業は自治体以外でどんな業種の者が存在するのか。
- 企業の規模は大企業～中小企業まで様々なのか。
- フランスでは、1946年4月8日、1,450社以上の民間発電会社、送電会社、配電会社が統合・国有化され、EDF(Électricité de France)が、またガス事業ではGDF(Gaz de France)が設立された。(EDFの送配電部門は2000年にRTE(子会社)として分離され、さらに2007年、配電部門はERDF(子会社)として分離された(2016年に、EDFと別会社であることの明確化のため、Enedisに名称変更。))
- 一方で、地方自治体が所有する電力会社は、公的機関の延長であるという理由で国有化はされず、これらの会社は地元配電会社(ELD Entreprises locales de distribution)として配電+小売機能を有している(ただし顧客数が10万人以上の場合は配電と小売を別会社化する必要あり)。ELDは、ガス分野における同様の機能を有するGLDの機能も持つELDも含め、現在約150社(ストラズブル電力公社、グルノーブルガス電力公社等)存在し、配電については国内消費の約5%(380万人 2,800自治体)分を賅っている。
 - なお、エネルギー法典におけるELDの定義としては、

第一編(エネルギー部門の一般組織)-第一題(エネルギー部門を統治する原則)-第一章(電気およびガス部門)-第三節(公共の電力およびガス配電ネットワークを管理する会社の組織)-第一副節(公共配電網の運営者)-L111-54条
 によると、「ELDは、州または地方コミュニティが資本の大部分を保有する混合経済会社で、ユーザーの協同組合、ガスまたは電力の農業団体利益会社のコンセッションア、および地元によって構成される」と定義されている。



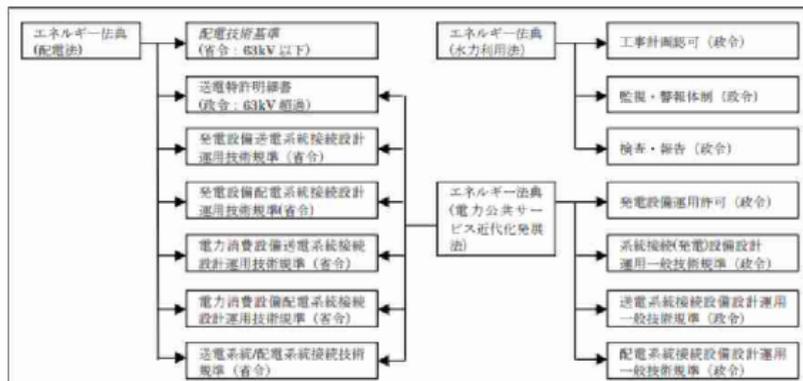
ELD一覧

出所：(-)海外電力調査会「海外諸国の電気事業 第一編(上巻)」(2019/1)、Republique Francaise「Code de l'énergie」、関西電力「世界はいま 諸外国の電力システム」(2012/7/12)、UNELEG WEBサイト等を基に日本総研作成

配電事業に関する法体系 フランス

- フランス電気事業に関する法律体系は下図の通り。2011年、旧配電法が、水力利用法および電力公共サービス近代化法を組み込みつつ全面刷新される形でエネルギー法典が定められ、現在に至る。
- 同法典に紐づく形で「配電技術基準」等の規則が定められる一方、産業横断的な法律にて定められる部分もあり、例えば需要家施設の使用前検査等は、「建築物住居法典等」下の「屋内電気設備基準適合性検査証明政令」で定めるなどしている。

電気事業に関わる法律



産業横断的な法律



出所：(-)電気技術者試験センター「海外諸国における電気技術者の技術・技能向上の取り組み」を基に日本総研作成

保安規程の制定・遵守、電気主任技術者の選任・配置義務 フランス

- 保安規程の制定・遵守及び電気主任技術者の選任・配置義務について、フランスでは、エネルギー法典に規定はなく、義務は課せられていない。
- 配電事業者に対して、エネルギー法典では、例えば
 第三編（電気に関する規定）-第二題（輸送と流通）-第二章（配電）-第二節（配電事業者の使命）-L322-8条に、「ネットワークに接続しているユーザーの計測アクティビティ、特に計測デバイスの供給、設置、計測制御、保守、更新を実行し、データ管理とこれらすべてのアクティビティに関連するすべてのミッションを確保します」とあるように、保守に関し当然に配電事業者がその責任を負うとされている。ただし、具体的な保安規定の制定については定められていない（事業者の自主保安に任されている模様）。
- 電気主任技術者については、エネルギー法典ではなく、電気保安に関する産業横断的な法律である「労働法典」下の「電流を使用する施設の労働者の保護に関する1988年政令」にて定められている。政令のうち、
 第五章（電気設備の使用、監視、保守、および検証）-第48条（電気設備またはその近くでの作業に関する一般情報）にて、「雇用主は、電気設備または活線の近くでの作業または操作を、それらを実行する資格があり、実行する作業または操作に適した電気安全規則の知識を持っている人のみ委託できます」、「電気工事を外部に委託する場合は、電気工事の資格が必要です」と規定している。
 ただしこの資格については、電圧のかかった状態で作業を行う活線作業（活線作業を行う者が必要な資格付与を受けるためには、COFRAC（フランス認定委員会）が認定した研修機関から発行された証明書を取得していることが必要）以外については、公的な試験制度などによって認定された資格ではなく、雇用者の責任による従業員への資格の付与で問題ないとされている（資格付与に必要な資格要件は、フランス規格「NFC18-510」に準拠することが求められている）。
 ただし民間の非営利団体カリフェレック（Qualifelec）が企業単位で資格認定を行っており、企業は任意で取得することも可能（認定を受けているのは企業数全体の約1/4、従業員数全体の約4割強）。

出所：Republique Francaise「Code de l'énergie」、「Décret n°88-1056 du 14 novembre 1988」、「Décret n° 72-1120 du 14/12/72 relatif au contrôle et à l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures aux règlements et normes de sécurité en vigueur」、Association Prometelecウェブサイト、(-)電気技術者試験センター「海外諸国における電気技術者の技術・技能向上の取り組み」を基に日本総研作成

配電設備に対する技術基準維持義務 フランス

- 配電設備の技術基準について、フランスでは、エネルギー法典に規定はないものの、業界団体が定めた基準が政府基準として承認されている。
- 配電設備に対する技術基準について、エネルギー法典下の「配電技術基準」(AFNOR (フランス規格協会) の下部機関であるフランス電気技術連合 (UTE: Union Technique de l'Electricité) が作成した基準 (民間基準) を政府基準として承認し、官報で公示しているもの) で定められ、同基準の各条項で、各設備に該当するフランス規格 (低圧設備は NFC15-100、配電設備は NFC14-100、高圧設備は NFC13-100、200、205 等) が定められており、これが事業者にとっての遵守基準となっている。

出所 : Republique Francaise「Code de l'énergie」, 「Décret n°88-1056 du 14 novembre 1988」, 「Décret n° 72-1120 du 14/12/72 relatif au contrôle et à l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures aux règlements et normes de sécurité en vigueur」, Association Prometelecウェブサイト、(-)電気技術者試験センター「海外諸国における電気技術者の技術・技能向上の取り組み」を基に日本総研作成

配電設備に対する技術基準維持義務 フランス

- 需要家設備の保安調査について、フランスでは、エネルギー法典に規定はないものの、別途法令に調査義務が規定されている。
- 需要家設備の保安検査について、「建築物住居法典」下の1972年政令（「屋内電気設備の現行規則・規準への適合性の検査及び証明」）で、屋内配電の使用前検査、大幅改造後検査を義務付けている。
- なお、屋内配電に関しては施工に当たって資格は必要とされず、電気保安は認定民間検査機関（CONSUEL）による検査、合格証の貼付、証明書の配電会社への提出によって担保されるとしている。
- また、需要家設備の故障が配電系統に波及する恐れがある場合には、配電会社が需要家設備について検査を行うことができるとされている。

出所：Republique Francaise「Code de l'énergie」、「Décret n°88-1056 du 14 novembre 1988」、「Décret n° 72-1120 du 14/12/72 relatif au contrôle et à l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures aux règlements et normes de sécurité en vigueur」、Association Prometelecウェブサイト、(一)電気技術者試験センター「海外諸国における電気技術者の技術・技能向上の取り組み」を基に日本総研作成

配電事業者への立入検査及び行政指導の権限等 フランス

- フランスでは、エネルギー法典に、配電事業者に対する調査権が規定されている。
- 配電事業者に関する規制は、エネルギー法典では、
第一編（エネルギー部門の一般組織）-第三題（エネルギー規制委員会）-第一章（役割）-L131-1条
にあるようにエネルギー規制委員会（CRE）が担当しており、
同第五章（調査と管理の権限）-第一節（企業アカウントへのアクセス権）-L135-1条
にあるように、**エネルギー規制委員会および委員会によって任命された専門家は、事業者の事業所や土地に対する調査権を有する。**
なお、エネルギー規制委員会は、電力自由化法により設置された独立委員会であり、政令により任命される4名の委員、上下院議会議長によって任命される2名の委員の計6名で構成される。予算は国家予算から配分される。

③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

(2) 諸外国の配電事業

e)その他調査事項

DSOが担う需給調整業務

- 周波数を含めた調整力はすべてTSOが調達することになっている。
- 10万以上の顧客を有するDSOは、Standard Load Profileによって発生するインバランスを管理し、当該インバランス量を公表する義務が課せられている。（具体的な管理方法は現時点で不明）

電力ネットワークアクセス規則-Strom NZV

Part 2 バランシングサービス §6 調整力調達の原則

- (1) **TSOは、制御区域を横断した共同の匿名入札手続きにより、インターネットプラットフォームを介してそれぞれのタイプの調整力を調達する義務を負うものとする。**

電力ネットワークアクセス規則-Strom NZV

Part 3 配電網へのアクセス §12 標準負荷プロファイル (standard load profile)

- (3) **DSOは、標準負荷プロファイルが適用されるすべての最終消費者のインバランス量のみを記録するバランシンググループを管理する義務を負うものとする。**バランシンググループに最終消費者は含まれない。DSOは、毎年、ウェブサイト上でバランス調整の結果を公表することが義務付けられている。**配電系統に直接又は間接に接続している顧客の数が10万人未満の配電系統の事業者は、前段に規定する義務を免除される。**

*standard load profile・・・スマートメーターが設置されていない需要家の需要を一定の考え方にに基づき予測すること

DSOに課せられる行為規制及び兼業規制 ドイツ

- DSOに課せられる主な行為規制及び兼業規制は下記の通り。
- いずれも顧客数が10万未満の企業は適用が免除される。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 DSOとストレージ・システム・オペレータのアンバンドリング §7 a DSOの業務上の分離

- (1) §6 (1) 第一文に基づく約束は、以下の各項に従った系統運用の組織化、意思決定及び遂行に関して、第3条 (38) の趣旨の範囲内で、相互接続された配電系統運用者の独立性を確保するものとする。
- (2) 無差別の系統運用を確保するため、配電網運営者に勤務する者については、以下の規定を適用する。
 1. DSOに対する管理サービスの提供に責任を有する者又は配電網の無差別運転を確保するために不可欠な最終決定の権限を有する者は、DSOの会社に組織に所属するものとし、顧客に対するエネルギーの生産、発電又は販売の日常的な運営に直接又は間接に責任を負う垂直統合型エネルギー企業の会社に組織に所属してはならない。
 2. 垂直統合型エネルギー事業の他の部分において系統運用以外の業務に従事する者は、DSO管理者の技術上の指示に従わなければならない。
- (3) §6 (1) 第一文に基づく事業は、DSOの管理業務を委託された者の職業的独立を確保するための適切な措置を講じなければならない。
- (4) 垂直統合型エネルギー企業は、配電網を運営、維持及び発展するために必要な垂直統合型企業の資産に関する効果的な意思決定権をDSOが有することを確保しなければならず、また、この法律での垂直統合型エネルギー供給事業の管理その他の事業体から独立して当該権利を行使することができることを確保しなければならない。(以下、省略)
- (5) 垂直統合型エネルギー企業は、系統運用業務に関与する従業員に対し、系統業務の無差別運転(均等待遇プログラム)を確保するための拘束力のある計画を策定し、従業員及び規制当局に周知させ、第三者により遵守を監視する義務を負わなければならない(以下、省略)
- (6) 垂直的に統合されたエネルギー会社の一部であるDSOは、DSOと垂直統合型エネルギー企業の販売活動との間で混同が発生しないようなコミュニケーションとブランディングの方針を確保しなければならない。
- (7) 垂直に統合されたエネルギー供給事業であって、その配電システムが直接または間接的に接続されている顧客数が10万人未満のものは、第3条 (38) *の範囲で接続されている配電システムの事業者に関する上記 (1) から (6) に基づく義務を免除されるものとする。前段の規定は、ガス配電事業に準用する。

*欧州連合内で活動する電気またはガス企業であって、Article 3(2) of Council Regulation (EC) No 139/2004に該当する企業

DSOへの出資制限 ドイツ

- 顧客数が10万未満の配電事業者に対する出資制限の規定はない。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 DSOとストレージ・システム・オペレータのアンバンドリング §7 DSOの法的分離

- (1) 垂直的統合型エネルギー企業は、第3条 (38)*の範囲内で当該事業者¹に接続されているDSOが、エネルギー供給活動の他の分野から**法的形式の点で独立していることを確保するものとする。**
- (2) 垂直に統合されたエネルギー供給事業であって、その配電システムが直接又は間接に接続されている**顧客の数が10万人未満のものは、**第3条 (38) *の範囲内で当該事業者¹に接続された配電システムの事業者に関する**(1) に基づく義務を免除される**前段の規定は、ガス配電事業に準用する。

*欧州連合内で活動する電気またはガス企業であって、Article 3(2) of Council Regulation (EC) No 139/2004に該当する企業

顧客数10万件未満のDSOに対する法的分離の免除 ドイツ

- 顧客数が10万件未満のDSOは、法的分離の対象外である。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 DSOとストレージ・システム・オペレータのアンバンドリング §7 DSOの法的分離

- (1) 垂直的統合型エネルギー企業**は、第3条 (38)*の範囲内で当該事業者に接続されているDSOが、エネルギー供給活動の他の分野から**法的形式の点で独立していることを確保するものとする。**
- 垂直に統合されたエネルギー供給事業であって、その配電システムが直接又は間接に接続されている**顧客の数が10万人未満のもの**は、第3条 (38) *の範囲内で当該事業者に接続された配電システムの事業者に関する **(1) に基づく義務を免除される**前段の規定は、ガス配電事業に準用する。

*欧州連合内で活動する電気またはガス企業であって、Article 3(2) of Council Regulation (EC) No 139/2004に該当する企業

垂直統合型エネルギー企業 ドイツ

- 法的分離が課せられる「垂直的統合型エネルギー企業」は、送電/配電機能のどちらか + 発電/小売機能のどちらかを有する企業が垂直統合型エネルギー企業と定義される。

エネルギー産業法-EnWG

§3 定義

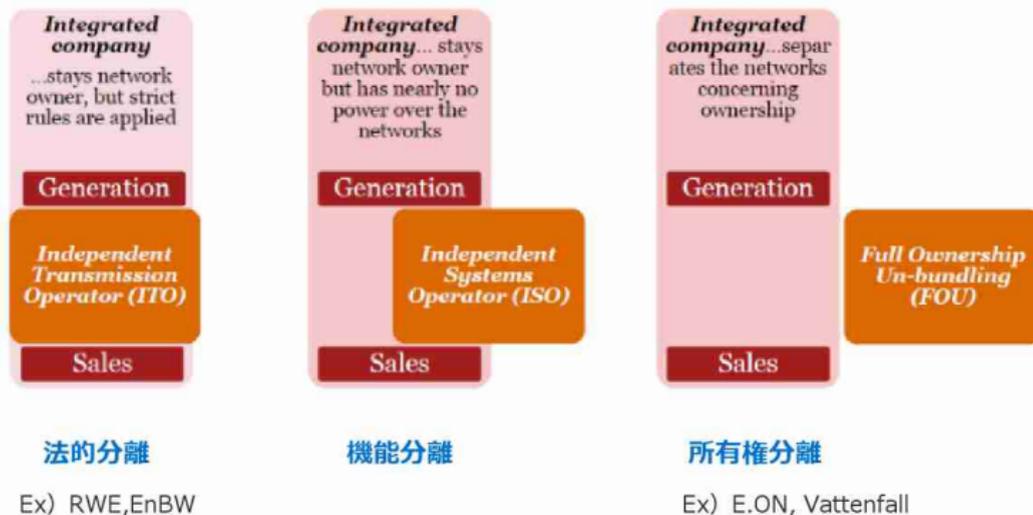
38.垂直統合型エネルギー企業

電気またはガス部門において欧州連合内で活動している企業または企業グループ、または電気またはガス企業グループであって、企業間の管理に関する2004年1月20日の閣僚理事会規則 (EC) No 139/2004の第3条 (2) の意味における企業であるもの (OJ L 24, 29.1.2004, p。

- (1) **企業又は団体が、欧州連合において、電気の送電若しくは配電の機能の少なくとも一つ及び電気の生産若しくは販売の機能の少なくとも一つを遂行している場合**又は天然ガス部門において、送電、配電、LNG施設の運転若しくは貯蔵の機能の少なくとも一つ及び天然ガスの生産若しくは販売の機能の少なくとも一つを遂行している場合

TSOのアンバンドリング EU

- ドイツ含め欧州では、発送電分離について、①所有権分離、②所有権は残すものの送電線の運用・管理を電力会社から独立した組織が担うISO化（independent system operator）、③法的分離+厳しい行為規制とするITO化（independent transmission operator）から事業者が選択する方式が採用されている。



出所：electricity market reform in Germany as an insight to japan's future reform(pWc)
 ドイツにおける発送電分離の評価（電中研 2014年）にに基づき日本総研作成

大手電力のDSOへの出資実績

- E.ONグループは、複数のDSOを保有しており、そのうちいくつかのDSOは小売事業者でもある。
- E.ONグループは、最大100%出資のDSOを保有している。

E.ONグループの運営する配電事業者

DSO	E.ON出資比率	小売実施	創立時期
Bayernwerk AG	100%		1921/4
innogy Westenergie GmbH	100%		
E.DIS AG	67%		1999/3
HanseWerk AG	66.5%		1929
Avacon AG	61.5%		1997/12
Lechwerke AG	89.1%	○	1903
Süwag Energie AG	77.6%	○	2000/2
envia Mitteldeutsche Energie	58.6%	○	2002/3
VSE AG	50%	○	1912/6

出所：E.ONウェブサイトに基づき日本総研作成

配電事業に関する規定 EU

- 2007年に出されたEUの第三次エネルギー法令パッケージの中には、DSOのアンバンドリングに関する規定が盛り込まれており、**顧客10万件未満のDSOはアンバンドリングの対象から外してもよいことになっている。**（対象外とするかは各国判断に委ねられる）

Article 26

Unbundling of distribution system operators

1. Where the distribution system operator is part of a vertically integrated undertaking, it shall be independent at least in terms of its legal form, organisation and decision making from other activities not relating to distribution. Those rules shall not create an obligation to separate the ownership of assets of the distribution system operator from the vertically integrated undertaking.

2. In addition to the requirements under paragraph 1, where the distribution system operator is part of a vertically integrated undertaking, it shall be independent in terms of its organisation and decision-making from the other activities not related to distribution. In order to achieve this, the following minimum criteria shall apply:

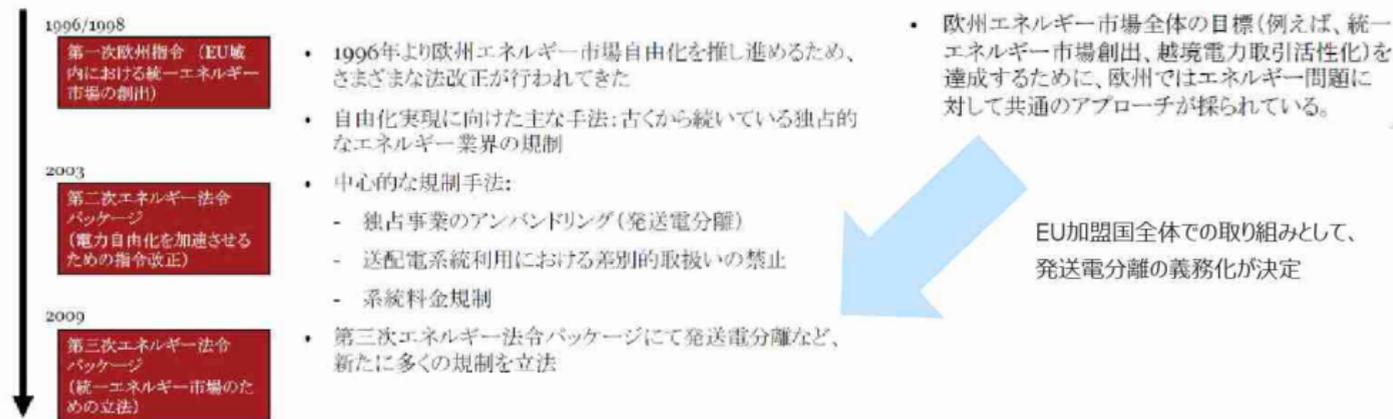
3. Where the distribution system operator is part of a vertically integrated undertaking, the Member States shall ensure that the activities of the distribution system operator are monitored by regulatory authorities or other competent bodies so that it cannot take advantage of its vertical integration to distort competition. In particular, vertically integrated distribution system operators shall not, in their communication and branding, create confusion in respect of the separate identity of the supply branch of the vertically integrated undertaking.

4. Member States may decide not to apply paragraphs 1, 2 and 3 to integrated electricity undertakings serving less than 100 000 connected customers, or serving small isolated systems.

顧客数が10万件未満の配電事業者においては、前項1～3は適用しなくてもよい

配電事業に関する規定 EU

第三次エネルギー法令パッケージの施行



ドイツ以外の国も例外規定の恩恵を享受

配電・配ガス網については、顧客数が10万未満の場合に加盟国が法的アンバンドリングの対象外とすることを選択できる条項があるが、加盟国の大半(電力17カ国、ガス19カ国)が依然としてこの条項を適用している。

兼業規制に関する例外規定（10万件未満） EU

- 10万件未満のDSOをアンバンドリングの対象から外してもよいという規定は、2003年のEU directiveにて導入された。

Directive 96/92/EC

Article 15 Unbundling of Distribution System Operators

DSOのアンバンドリング

1. Where the distribution system operator is part of a vertically integrated undertaking, it shall be independent at least in terms of its legal form, organisation and decision making from other activities not relating to distribution. This requirement shall not imply or result in the requirement to separate the ownership of assets of the distribution network from the vertically integrated undertaking.

DSOが垂直統合事業の一部である場合、少なくともその法的形態、組織、および意思決定に関して、配電に関係のない他の活動から独立しているものとし、この要件は、配電ネットワークの資産の所有権を垂直統合された事業から分離するという要件を暗示したり、結果として生じたりするものではありません。

2. In order to ensure the independence of the distribution system operator referred to in paragraph 1, the following minimum criteria shall apply:

第1項で言及されているDSOの独立性を確保するために、以下の最低基準が適用されるものとします。

(以下、省略)

Member States may decide not to apply paragraphs 1 and 2 to integrated electricity undertakings serving less than 100 000 connected customers, or serving small isolated systems.

加盟国は、接続された10万人未満の顧客にサービスを提供する、または小規模な隔離されたシステムにサービスを提供する統合電力事業にパラグラフ1および2を適用しないことを決定する場合があります。

(参考) Directive 96/92/EC の立法過程①

- 事務局からアンバンドリングに関する例外規定の素案が出され、委員会の議論の中で修正された。
- この時の修正案には具体的な数字が記載されてはいなかった。

欧州委員会で提出された
事務局の第1ドラフト

To avoid imposing a disproportionate financial and administrative burden on small distribution companies, Member States should be able, where necessary, to exempt such companies from the unbundling requirements.

小規模なDSOに不均衡な財政的および管理的負担を課すことを回避するために、加盟国は、必要に応じて、そのような会社をアンバンドリング要件から免除することができなければなりません。

欧州委員会議論を経ての
修正版

To avoid imposing a disproportionate financial and administrative burden on small distribution companies, Member States should be able, where necessary, to exempt such companies from the unbundling requirements while ensuring that such exemptions are focused on genuinely independent local distribution companies which are not owned or controlled by other companies within the meaning of the 1998 Merger Regulation.

小規模なDSOに不均衡な財政的および管理的負担を課すことを回避するために、加盟国は、必要に応じて、そのような会社をアンバンドリング要件から免除することができなければなりません。**そのような免除は、1998年の合併規則の意味の範囲内で他の会社によって所有または管理されていない真に独立した地元の配電会社に焦点を合わせています。**

出所：欧州委員会審議会資料 <https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?reference=A5-2002-0077&type=REPORT&language=EN&redirect> (2002年3月1日)を基に日本総研作成

(参考) Directive 96/92/EC の立法過程②

- 事務局から示された説明資料の中には、当初「顧客数10万件未満の公営事業者」を例外規定の対象にするとの記載がある。
- 資料中には、加えて、20万件未満の事業者と規模によらず全ての公営事業者にまで例外規定の対象を拡大すべきとの意見もあった。

EXPLANATORY STATEMENT

Municipal Utilities:

Local utilities are important actors in the newly created markets and can help to strengthen the market power of small customers and to implement demand-side policies. The proposed Directive allows utilities supplying less than 100 000 customers to be exempt from distribution unbundling. Such a scheme should be encouraged but better defined. Therefore all utilities which have less than 200 000 customers should be exempt and it should also apply to all municipal and community utilities regardless of their size. However, it is essential that all distribution service operators (DSOs) which are majority owned, directly or indirectly, by another electricity company, in this regard are considered as one DSO.

公益事業:

地元の公益事業は、新たに創出された市場における重要なアクターであり、小規模顧客の市場支配力を強化し、需要側の政策を実施するのに役立ちます。提案された指令により、**10万人未満の顧客に供給している公益事業者は配電のアンバンドリングを免除することができます**。そのような計画は奨励されるべきですが、よりよく定義されるべきです。したがって、顧客数が20万人未満のすべての事業者は免除されるべきであり、その規模に関係なく、すべての地方自治体およびコミュニティの公益事業者にも適用されるべきです。ただし、この点に関して、直接的または間接的に別の電力会社が過半数を所有しているすべての配電サービス事業者 (DSO) を1つのDSOと見なすことが不可欠です。

出所: 欧州委員会審議会資料 <https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?reference=A5-2002-0077&type=REPORT&language=EN&redirect> (2002年3月1日) を基に日本総研作成

(参考) Directive 96/92/EC の立法過程③

- その後に開催された審議の中で、例外規定を公営事業者に限定するのは企業間差別に繋がるとの指摘があり、改正項目は否決された。

Amendment 9 states that only locally owned utilities can benefit from the exemption to the obligation to legally unbundle the distribution system operator in distribution companies supplying more than 100.000 customers. This would be a discriminatory distinction between companies.

改正9は、地元で所有されている公益事業者のみが、100.000を超える顧客に供給している配電会社の配電システム事業者を合法的に解体する義務の免除の恩恵を受けることができると述べています。これは、**企業間の差別的な区別になります。**

その後の修正案で、公営事業者に限定せず顧客数10万件の事業者すべてが例外規定の対象にしてもよいという整理になった。

出所：欧州委員会審議会資料 [https://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2002/0304/COM_COM\(2002\)0304_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2002/0304/COM_COM(2002)0304_EN.pdf) (2002年3月4日)を基に日本総研作成

(参考) Directive 96/92/EC の立法過程④

- その他の意見は下記の通り。
- ガス事業の話ではあるが、アンバンドリングに係るコストとそれに耐えられるだけの経営体力との見合いで、10万件が適切との意見もあった。

Amendment 170 increases the threshold for the exemption of the obligation to legally unbundle the distribution system operator in electricity from 100.000 to 150.000 clients; furthermore, this would only apply to locally owned utilities (see rejected amendment 9). This would lead to an exemption for too many distribution companies.

改正170は、配電システムのオペレーターを100,000から150,000のクライアントに合法的に解散する義務の免除のしきい値を引き上げます。さらに、これは地元で所有されているユーティリティにのみ適用されます（却下された修正9を参照）。これは、あまりにも多くの配電会社の免除につながるでしょう。

In view of the fact that a considerable proportion of households would not be able to fully benefit from a free natural gas market, because many DSOs with less than 100,000 customers would not need to be unbundled and would thus be able to prevent competitors from successfully entering their market, some market participants consider the threshold of 100,000 customers for DSOs too high, while DSOs underline its importance, as otherwise costs would be un-proportionately high. They estimate the costs of unbundling at €3-10 million one-off for undertakings with more than 100,000 customers and in addition, increased operational expenditures by 10-15%.

かなりの割合の世帯が無料の天然ガス市場から十分に利益を得ることができないという事実を考慮すると、10万人未満の顧客を持つ多くのDSOはバンドルを解除する必要がなく、したがって競合他社がうまく参入するのを防ぐことができるからです。一部の市場参加者は、DSOの10万人の顧客のしきい値が高すぎると考えていますが、DSOはその重要性を強調しています。そうしないと、コストが不釣り合いに高くなるためです。彼らは、**10万人以上の顧客を抱える事業の場合、アンバンドリングのコストを1回限り300万～1,000万ユーロと見積もっており、さらに、運用コストが10～15%増加しています。**

出所：欧州委員会審議会資料 [https://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2002/0304/COM_COM\(2002\)0304_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2002/0304/COM_COM(2002)0304_EN.pdf)（2002年3月4日）を基に日本総研作成

①国への財務書類の提出義務、収支の公表義務の有無 ドイツ

• 全ての配電事業者について、財務諸表・経営報告書の作成・監査・公表義務が課されている。

エネルギー産業法-EnWG

Part 2 配電系統運用者と送電系統運用者の共通規則 §6b 会計及び簿記

第3条第38項の意味における垂直的に統合されたエネルギー供給会社※（関連する電力会社又はガス会社のグループに属し、エネルギー関連サービスを直接又は間接に提供する法律上独立した会社を含む。）及び法律上独立したシステム事業者並びに貯蔵施設の事業者は、**その所有構造及び法的形式にかかわらず、有限責任会社に適用されるドイツ商法第三卷第3巻第2項第1、第3及び第4項の規定に従って、年次財務諸表及び経営報告書を作成し、監査し、かつ、公表しなければならない。**

法定代理人は、遅滞なく、遅くとも報告日の翌会計年度の第12月末日までに、**活動報告書を電子的に連邦官報の運営者に提出しなければならない**、また、**ドイツ商法第325条に関連して第1段落第1文に基づいて開示される年次財務諸表も提出しなければならない**。それは、遅滞なくドイツ連邦官報（BGBl.）に公告される。

年次財務諸表の監査を委託する当事者は、オーストリア商法第321条（監査報告書）による年次財務諸表の監査に関する報告書の写しを、当該年次財務諸表が採択された直後に、規制当局に送付しなければならない。**年次報告書は、企業がそのウェブサイト上で公表する。**

※垂直統合型エネルギー供給会社

電気またはガス部門において欧州連合内で活動している企業または企業グループ、または電気またはガス企業グループであって、企業又は団体が、欧州連合において、電気の送電若しくは配電の機能の少なくとも一つ及び電気の生産若しくは販売の機能の少なくとも一つを遂行している場合又は天然ガス部門において、送電、配電、LNG施設の運転若しくは貯蔵の機能の少なくとも一つ及び天然ガスの生産若しくは販売の機能の少なくとも一つを遂行している場合

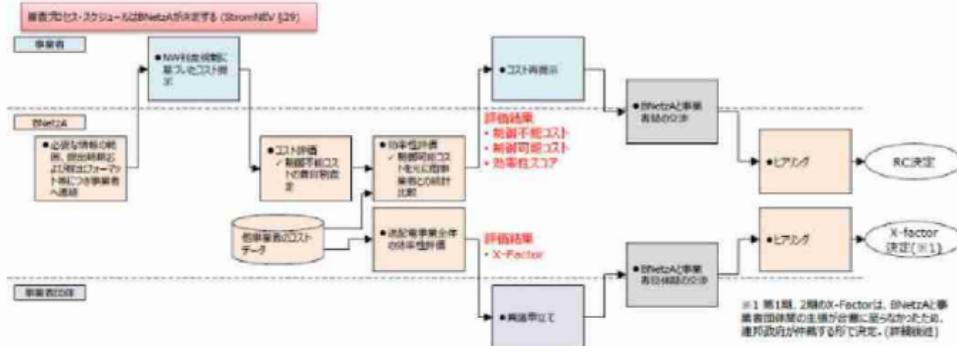
②事後評価制度の有無 ドイツ

- DSO800社のうち、200社程度が託送料金の審査を受けることになり、基本的にTSOと同様の事後評価を受けることになる。一方、それ以外の小規模な事業者は事実上、事後評価の対象外となる。

2-3-2 期初におけるRCの審査プロセス（独国）



- DSO/TSOは、Photo year(期初の3年前)にBNetzAに費用実績等のデータを提出する（将来計画はなし、実績のみ）。また、毎年、BNetzAに追加情報を提出しなければならない。
- この際、各データの妥当性チェックやヒアリング等が行われ、X-Factor、制御不能コスト、制御可能コスト、効率スコアなどの審査が行われる。
- DSOのうち200社程度が審査を受けており、小規模な事業者は簡素化した手続きに則りRCを設定する。



出所 ARegV §6, StromNEV §26~30, BNetzA: "Bericht der Bundesnetzagentur nach § 112a EnWG zur Einführung der Anreizregulierung nach § 21a EnWG" (2006), PwC Germany 報告を基にPwC作成

177

出所：【調査報告書】平成30年度電力需給・系統等関連調査(今後の電力系統と送配電事業の在り方に関する調査)調査報告書を基に日本総研作成

③事業評価の際の事業者選定の仕組み ドイツ

- 顧客数が3万件未満のDSOに対しては特別規則が適用され、手続きが簡素化され、投資活動報告書の提出が免除される。

ARegV§24 小規模事業者向けの簡易手続

(1)

- ガス供給システムの顧客数が15,000人未満であるか、又は**電気供給システムに直接若しくは間接に接続している顧客数が3万人未満であるネットワーク事業者は**、第12条から第14条までに基づく効率値を決定するために効率比較を用いる代わりに、(2) に基づく**簡易手続に参加することを選択することができる。**

(2)

- 簡素化された手順の参加者については、最初の規制期間の効率値は87.5%とする。→**効率スコア算出の簡素化**
- 第二規制期間の時点で、効率値は、前規制期間についてS 12、13および14に準拠して全国的な効率比較で決定され、S 15 (1) (平均効率値)に準拠して調整されたすべての効率値の加重平均値として計算するものとする。→**効率スコア算出の簡素化**
- 簡易手続においては、第14条 (1) (1) (1) に従って決定された総費用の5%は、第11条 (2) 第1文 (1) から (3) まで、(5) から (7) まで、(8) a から (16) まで及び (2) から (4) までに従って恒久的に影響を受けない費用であるとみなされる。→**制御不能コスト算出の簡素化**
- 総費用の決定に当たっては、熱電併給法に基づく譲与手数料及び割増手数料は考慮しない。
- 連邦ネットワーク庁は、第2文に従って決定した値を土地規制当局に伝達しなければならない。土地規制当局は、連邦ネットワーク庁によって決定された値を使用しない限り、2項に従って平均効率値を決定するものとする。

(3)

- 第4条 (3)、第1文、第2号 (第4条 (3) を除く)、第1文、第2号、第11条 (2)、第1文、第4号、第5号及び第8号、第15条 (1) 及び (2) 並びに第19条、第21条、第23条 (6) 及び第25条は、簡易手続には適用しない。→**投資活動報告書の提出義務免除等**

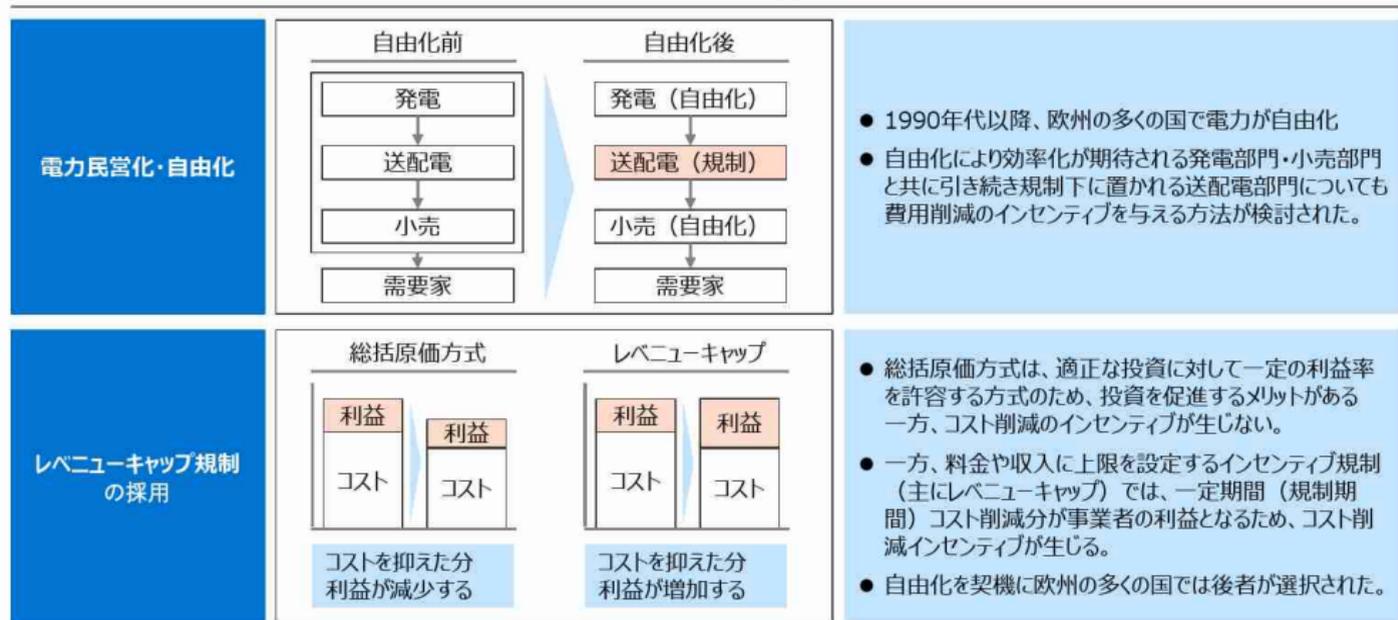
③改正電事法の詳細設計に資する海外等のデータ・情報収集

(3) レベニューキャップ

1. 欧州におけるレベニューキャップ導入の背景① 目的

- 欧州の多くの国では、規制分野である送配電部門の効率化のため、レベニューキャップを導入している。

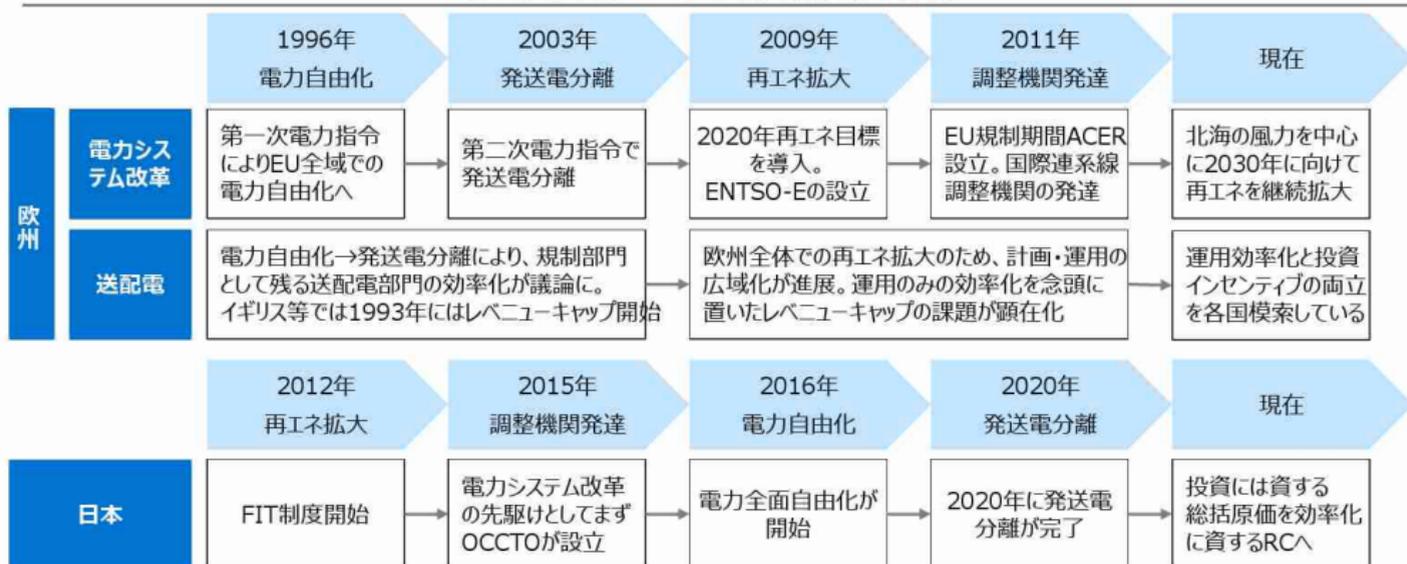
欧州におけるレベニューキャップ規制導入の背景



1. 欧州におけるレベニューキャップ導入の背景② 欧州と日本の相違点

- 欧州と日本の電力システム改革のステップが異なっており、託送料検討も逆のアプローチとなっている。
- 欧州：効率化重視（RC）→投資促進へ 日本：安定投資重視（総括原価）→効率化へ

欧州におけるレベニューキャップ規制導入の背景



- EUの場合、運用のみの効率化を念頭に設計したレベニューキャップが再エネ拡大で時代に合わなくなってきており、投資の促進がポイントとなっている
- 日本は逆に、再エネ拡大のための投資促進には資する総括原価を、効率化の観点から変更することを検討しており、逆のアプローチとなっている。

出所：出所：各種情報を基に日本総研作成

2. レベニューキャップの内容① 概要

- レベニューキャップでは一定期間（規制期間）収入上限が定められたフォーミュラで固定される。
- 基本的にはコスト削減の分利益が上昇するが、品質が犠牲にならない仕組みを内包するケースもある。

レベニューキャップの概要

フォーミュラ（t年の収入上限 R_t を決める数式）

$$R_t = R_{t-1}(1+L-X) \pm Q \pm Z$$

L:物価上昇、X:生産性、Q:品質、Z:その他

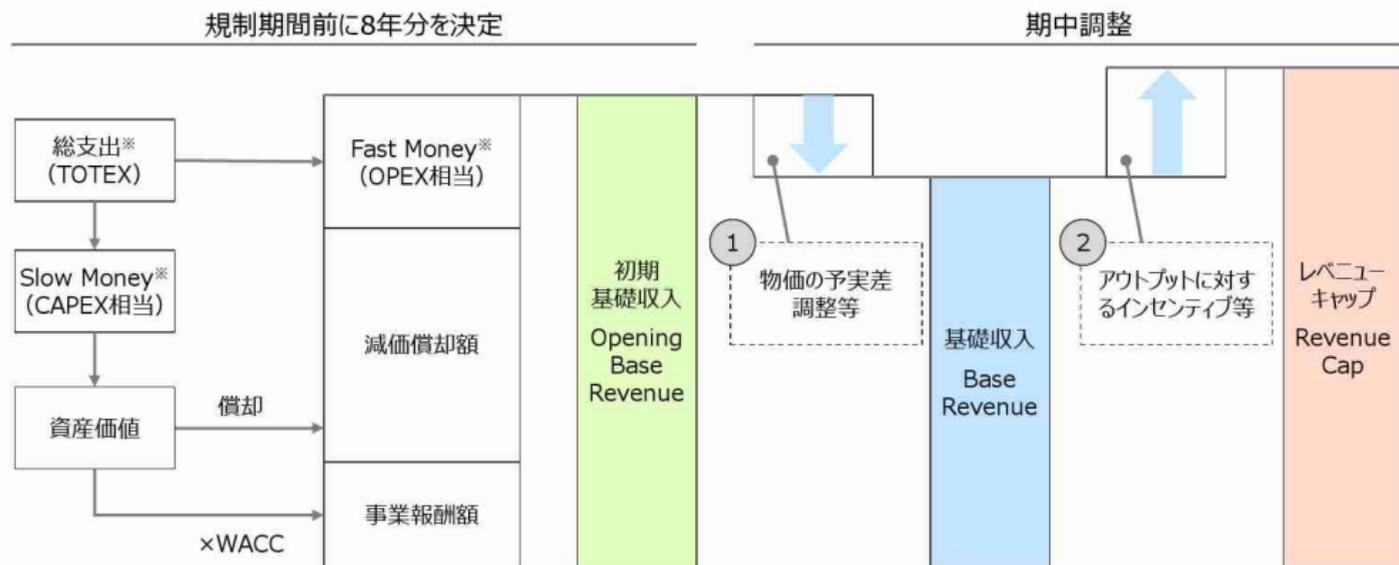


- レベニューキャップでは一定の期間（規制期間）、収入の総額に上限が設定される。
- 事業者は、収入上限と実際の総費用との差額を利益として得ることができるため、コスト削減のインセンティブが生じる。
- 収入上限は規制期間の間、定められたフォーミュラによって固定される。
- 物価指数や生産性指標のみを基に収入上限を設定した場合、事業者が品質を犠牲にしてまでコスト削減を優先させる懸念がある。
- そのため、品質向上に対するインセンティブ（左図のQ）や、外生的要因等を考慮する調整項（左図のZ）をフォーミュラに含めるケースもある。

2. レベニューキャップの内容② | イギリスの事例 | 概要

- 規制期間前にフォワードルッキングで8年間の初期基礎収入を計算し、予実調整で基礎収入を確定。
- その後、アウトプットに対するインセンティブ等を加味し、レベニューキャップが算出されている。

レベニューキャップの概要



※ 総支出を一定のレートでSlow MoneyとFast Moneyに分割し、Slow MoneyをCAPEXのように資産価値に組み入れたり、償却したりする。

そのため、レベニューキャップ計算用の資産価値や減価償却額と会計上の資産価値や償却額は一致しない。

出所：Ofgem資料を基に日本総研作成

2. レベニューキャップの内容② | イギリスの事例 | 期中調整

期中調整は、基本的にレベニューキャップ適用年の1年前に、2年前の結果を基に設定する。
 例えば2020年のレベニューキャップは、2018年の結果を基に2019年に決定している。

レベニューキャップ（RC）の期中調整

物価の予実差等の調整（実施年は2020年RC決定時の場合）

項目	内容	実施年
初期基礎収入	8年分を事前設定	2012年 (8年分)
↓		
総支出調整	許可された総支出と実際の総支出を比較し差分を調整（予実差の調整）	2018年結果 を基に2019年
↓		
物価指数調整	物価指数の予実差の調整	2018年結果 を基に2019年
↓		
物価指数推移調整	物価指数の予実差の調整	2020年分を 2019年に 事前設定
↓		
基礎収入	ベースとなる基礎収入	2020年分の 基礎収入

インセンティブ等（実施年は2020年RC決定時の場合）

項目	内容	実施年
制御不能コスト調整	制御不能コストの予実差の調整	2018年結果 を基に2019年
↓		
インセンティブ加算	6つのアウトプット指標の達成度に応じて付与されるインセンティブ	2018年結果 を基に2019年
↓		
イノベーション推進費等	イノベーション推進費（NIA・NIC）及び再エネ接続特定プロジェクト（TIRG）の事前積上及び事後調整	2018年結果の事後調整+2020年分の事前設定を 2019年に実施
↓		
差分調整	レベニューキャップと実レベニューの差分を2年遅れで補填	2018年結果 を基に2019年
↓		
レベニューキャップ	最終的なレベニューキャップ	2020年分の レベニューキャップ

出所：Ofgem資料を基に日本総研作成

2. レベニューキャップの内容② | イギリスの事例 | インセンティブ

- イギリスでは、6つのアウトプット指標の達成度に応じてインセンティブがレベニューキャップに加算される。

レベニューキャップに加算される6つのインセンティブ

	名称	内容	経済インセンティブ
安全性	Health and Safety Executive	安全性の義務に関する法律の順守状況の確認	×
	Network Output Measures	設備の状態・リスク・性能・機能・更新の評価	○
信頼性	Energy not Supplied	顧客に供給できなかった電力量に対してボーナス・ペナルティ	○
可用性	Network Access Policy	計画停電に関する系統運用者と送電会社の協調を促進	×
顧客満足度	Satisfaction Survey	顧客満足度、ステークホルダー満足度のアンケート結果を評価	○
	Stakeholder Engagement	専門委員会によりステークホルダーへの従事度を評価	○
接続性・ 拡張性	General Connection Activity	発電事業者や需要家の接続要求への迅速・適切な対応	○
	Baseline Wider Works	送電線の拡張や増強に関する投資	○
	Strategic Wider Works	将来的に必要な投資	○
環境性	SF6 Emissions	温室効果の高いSF6排出量値に応じてボーナス・ペナルティ	○
	Business Carbon Footprint (BCF)	GHG排出量の公表。88%が送電ロス起因。	×
	Losses	送電ロスの公表	×
	Environmental Discretionary Reward	低炭素化へ向けた取り組みを3段階評価	○
	Visual Amenity	景観に関する指標。地中化等の対策費が用意されている	○

出所：経済産業省「電力送配電事業の経営効率化に向けた送配電料金水準の評価手法に関する調査」を基に日本総研作成

3. レベニューキャップ導入の効果 | イギリスの事例 RPI-XおよびRIIO-1の評価

- イギリスにおいては、1993年のレベニューキャップ制度の開始後、RPI-X第1期から第3期にかけて認可レベニューの水準は大きく下がっており、当該制度がコスト効率化に大きく貢献した。
- 一方で、2008年に開始したRPI-X第4期からRIIO-1にかけては、再生可能エネルギーの導入も始まり、事業者はそのための投資等を促す仕組みを導入したことから認可レベニューは上昇傾向にある。

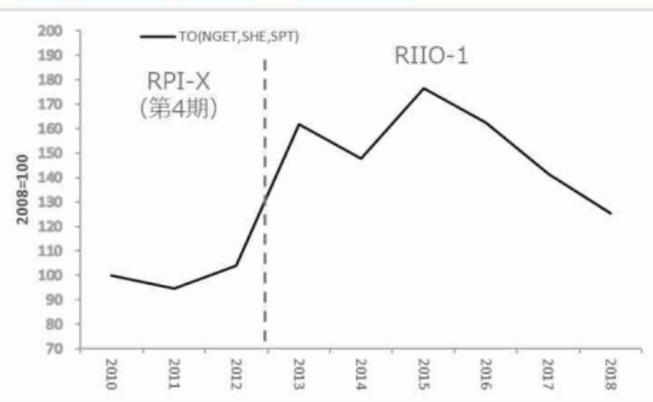
RPI-X (1993年-2012年)

- 自由化後1990から3年間はプライスカップ制度
- 1993年より総収入に上限を設定するレベニューキャップ制度が開始され、20年間実施された



RPI-X (第4期) ~RIIO-1 (2010年-2020年) のTotexの推移

- RIIO-1より、長期的視点を重視し、規制期間を5年から8年に延長
- 6つのアウトプット指標の達成度に応じたインセンティブを付与
- 研究開発補助金等のイノベーションを推進



内容

レベニューキャップの推移

評価

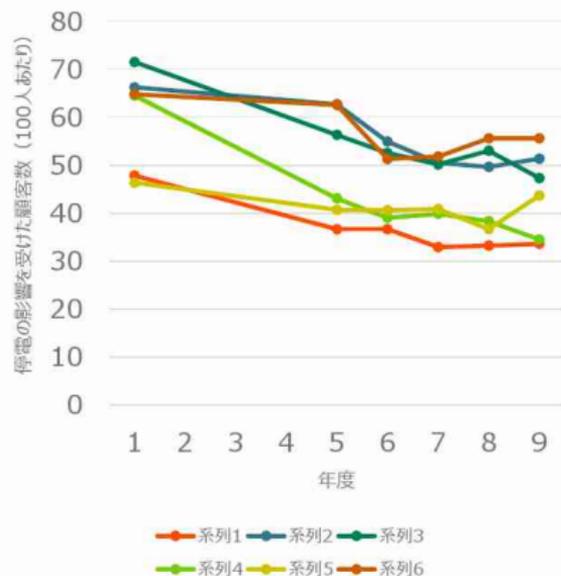
- Ofgemは、RPI-Xは効率化に大きく貢献したとしている
- 一方、技術革新や品質向上に繋がっていないとしている

- OfgemやNW事業者の多くは品質向上に繋がったとしている
- 事業環境の不確実性から、規制期間8年は短縮すべきとの意見が多勢

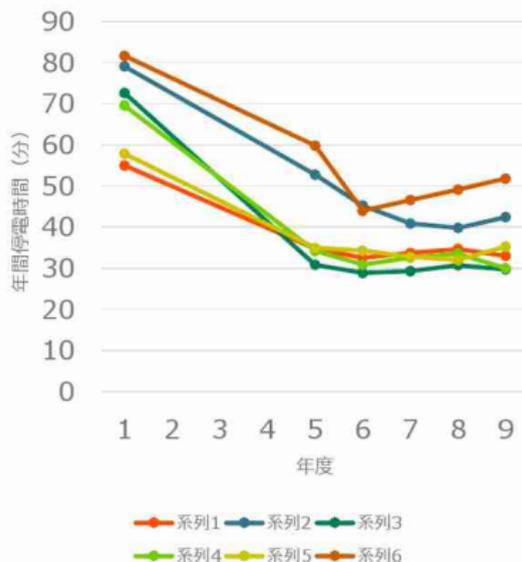
3. レベニューキャップ導入の効果 | イギリスの事例 RIIO-1の品質向上に関する評価

- RIIO-1導入前と比べて、停電影響を受けた顧客数・年間停電時間ともに、減少している。

1年間に停電の影響を受けた顧客数（100人あたり）



年間停電時間（分）



出所：“Electricity Distribution Annual Report for 2010-2011”, ofgem
 および“RIIO-1 Electricity Distribution Annual Report 2018-19”, ofgemを基に日本総研作成

4. 投資を促す仕組み | イギリス・ドイツの事例

- 一般に、インセンティブ規制の基では、長期的な設備投資やR&D投資は進みにくいとされる。
- それを受けて、イギリス・ドイツでは以下のような投資を促す仕組みを導入している。

適切な投資を促す仕組み

WACC (イギリス・ドイツ)	<ul style="list-style-type: none"> ● 保有している設備の簿価にWACCを乗算した値を、レベニューキャップに含めることを可能としている ● イギリスはOPEXについてもSlow Moneyに区分されたものについては、WACCをかけることが可能となっている
次世代投資 への支援 (イギリス・ドイツ)	<ul style="list-style-type: none"> ● イギリスではインベーション推進策としてR&Dに用いることができる3つの補助金（NIA・NIC・IRM）が用意されている <ul style="list-style-type: none"> ➢ NIA（Network Innovation Allowance）：小規模のR&Dを対象とした補助金 ➢ NIC（Network Innovation Competition）：大規模のR&Dを対象とした補助金 ➢ IRM（Innovation Rollout Mechanism）：環境面の便益をもたらすR&Dプロジェクトに支払われる費用 ● ドイツでは、連邦政府に認められたR&D費用の一部を制御不能コストに含むことが認められている
CAPEXとOPEX の同一化 (イギリス)	<ul style="list-style-type: none"> ● イギリスではCAPEXとOPEXに対するインセンティブを同等とするために同一化し、合計値であるTotexを用いている ● Totexに対してCapitalization Rate（規制期間中一定）を乗算し、Slow Moneyを計算している ● Slow Moneyは長期間の償却対象となり、WACCがかけられる
制御不能コスト (ドイツ)	<ul style="list-style-type: none"> ● ドイツでは、設備投資額は配電会社の既設設備の更新を除き、制御不能コストとして位置付けている ● 規制機関が精査し、必要に応じてコスト削減を指示する ● 尚、イギリスにおいては、設備投資は制御可能コストとして位置付けられている。

5. 規制期間① 欧州各国における規制期間

- 欧州では規制期間4-5年程度のレベニューキャップを採用している国が多く、イギリスが8年と突出して長い。

規制期間	TSO			DSO		
	インセンティブ規制		その他 (総括原価方式等)	インセンティブ規制		その他 (総括原価方式等)
	レベニューキャップ	プライスカップ		レベニューキャップ	プライスカップ	
1年	ポーランド		オーストリア、デンマーク			ギリシャ
3年	スロベニア	ポルトガル		スロベニア	ポルトガル	
4年	ベルギー、フィンランド、フランス、ギリシャ、ハンガリー、ルクセンブルク、スウェーデン			ベルギー、フィンランド、フランス、ハンガリー、ルクセンブルク、スウェーデン		
5年	チェコ、ドイツ、アイスランド、アイルランド、リトアニア、オランダ、ノルウェー、ルーマニア			チェコ、デンマーク、ドイツ、アイスランド、アイルランド、オランダ、ノルウェー、ポーランド	オーストリア、リトアニア、ルーマニア	
6年	スペイン			スペイン		
8年	イギリス			イギリス		
不定期または無し			エストニア、ラトビア			エストニア、ラトビア（5年以内）

(注1) チェコ、アイスランド、オランダは過去に3年から5年に延長した経緯があり、特にオランダは系統運用者の効率化インセンティブを重視しての措置。

(注2) イギリスは過去に5年から8年に延長。詳細は後述の通り。

出所：各種資料を基に日本総研作成

5. 規制期間② 規制期間長期化のメリット・デメリット

- 規制期間は長いと想定と実態が乖離する恐れがあり、短いと長期的視点が失われる可能性があるため、長期化のメリット/デメリットを考慮した期間設計が必要。

長期化のメリット

- 長期的視点での設備投資が促される
 (例) 効果が出るまでに5年以上かかるような投資
- 増加利潤の享受期間が長くなり、事業者に強い効率化インセンティブが働く
- 見直しの頻度が少なくなり、規制コストや規制リスクの軽減が可能
- 技術革新が促され、長期的な生産性向上が期待できる

長期化のデメリット

- 事業者の収益変動リスクが大きくなる
 (例) 想定外費用が発生した場合は損失になる
- 料金と費用の乖離が発生し、資源配分の非効率性が長期化し、需要家がメリットを長期間享受できない
- 次に予測すべき変化点が遠い将来になることで、将来予測が難しくなる
- 料金改定時に大幅な料金上昇につながる可能性がある
- 料金制度の運用方法改善を実施しにくくなる
- 料金改定のための組織体制維持が困難になる

- 規制期間は長いと想定と実態が大きく乖離する恐れがあり、一方で短いと長期的視点が失われる可能性がある。
- インセンティブ規制を採用している欧州諸国について規制期間を見ると4-5年としている国が多い。
- イギリスは以前の規制期間5年を現在の制度に代わる時に8年に伸ばしているが、来年以降再び5年に戻すこととなっている。

参考 | RIIO-2におけるコンサルテーションの規制期間に関する記述

Open Letter Consultation on the RIIO-ED2 Price Control (2019)

Length of the price control

Based on the observations of the RIIO-1 price controls, it is clear that the assumptions that are made at the time of setting the price control carry significant risks, in the form of setting allowances too high, or performance targets too low.

The length of the price control is a key factor in determining how great the risk of incorrect forecasts may be. We believe that setting allowances over a shorter period reduces this overall risk.

Although an eight-year price control potentially offers greater incentives for innovation and long-term planning, it also carries a higher degree of risk. We consider that a five-year period still provides incentives on companies to plan and develop their networks to meet future demands, and find innovative ways to reduce costs while improving their performance. While it could be argued that a longer price control period can drive more long-term thinking, the continued uncertainty may need an extended mid period review, effectively creating two mini price control periods that might stifle incentives to innovate.

While a shorter price control, for instance of four or three years, could reduce the impact of inaccurate long-term forecasts we believe this benefit would be outweighed by the negative impact this might have on certainty of investment and ability to innovate effectively.

Therefore, our proposed position for RIIO-ED2 is to maintain the default length of the price control at five years, as with the other sectors.

(仮訳)

RIIO-1の価格統制の観察に基づくと、価格統制の設定時に行われる仮定（8年）は、許容値の設定が高すぎる、またはパフォーマンス目標が低すぎるといった重大なリスクを伴うことは明らかである。

価格統制の長さは、不正確な予測リスクの大きさを決定する重要な要素である。より短い期間を設定することは、この全体的なリスクを低減すると考えられる。

8年間の価格統制は、イノベーションや長期的計画により大きなインセンティブを与える可能性があるが、リスクも高い。5年という期間は、企業が将来需要を満たすためにネットワークを計画・開発し、パフォーマンスを向上させながらコストを削減する革新的な方法を見出すインセンティブを提供する。より長い価格統制期間は、より長期的な思考を促すことができると言うことも可能だが、継続した不確実性は中期レビューを必要とし、イノベーションインセンティブを阻害する可能性がある2つのミニ価格統制期間を効果的に創出する。

また、4〜3年といった価格統制期間の短縮は、不正確な長期予測の影響を減らすことができるが、投資の確実性や効率的なイノベーション能力に与える悪影響が、この便益を上回ると考えられる。

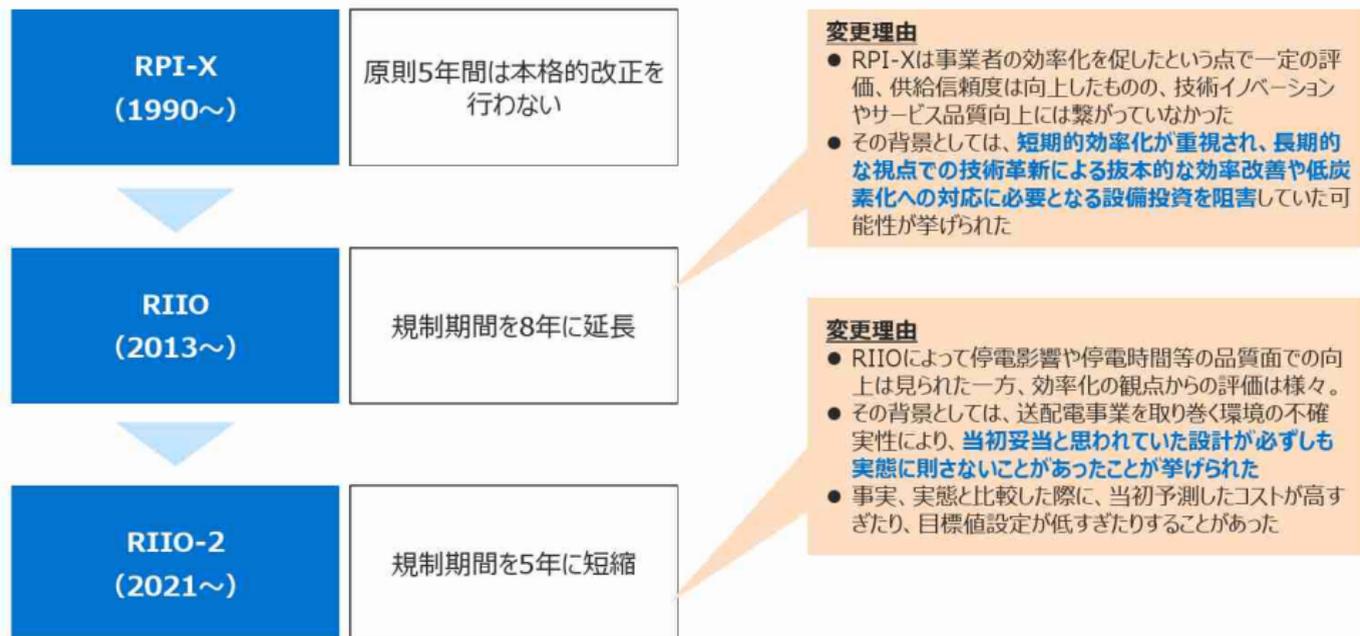
したがって、RIIO-ED 2については、他のセクターと同様に、価格統制のデフォルト期間を5年に維持することを提案する。

出所：ofgem「Open Letter Consultation on the RIIO-ED2 Price Control」を基に日本総研作成

5. 規制期間③ イギリスにおける規制期間の変遷と要因

- イギリスは長期的視点での投資を促すべく規制期間を8年に延ばしたものの、予測と実態の乖離が大きくなり5年に短縮することを計画している。※予測の確度と長期的投資の必要性のバランスが重要

各制度における規制期間の変遷およびその変更理由



出所：各種資料を基に日本総研作成

参考 | 規制期間5年への短縮に対する関係者の反応

RIIO-ED2 Framework Decision (2019)

Length of the price control

DNO and stakeholder views

2.8. Virtually all respondents who offered a view on our proposal agreed that a five-year price control was an appropriate response to managing the uncertainties that could impact on electricity distribution in the near future.

2.9. Two DNOs (WPD and SPEN) were of the view that a longer price control (RIIO-1 was eight years) created a better environment for securing investment, leveraging the supply chain and improving service quality.

2.10. Several stakeholders qualified their endorsement for a five-year control period, by emphasising that it should not be used as an excuse to defer necessary decisions on investment required to meet decarbonisation targets. There were also views that the regardless of its length, the price control needed to be sufficiently flexible to respond to changes in the wider environment.

2.11. One supplier identified that an even shorter price control (two years) might be appropriate for Distribution System Operator (DSO) activities, reflecting the approach we are taking for the Electricity System Operator (ESO) price control. Otherwise, there was little support for having variable price control lengths for different activities.

(仮訳)

2.8. 私たちの提案について意見を述べた**ほぼすべての回答者は、5年間の価格統制が近い将来の配電に影響を与える可能性のある不確実性を管理するための適切な対応であることに同意しました。**

2.9. **2つのDNO (WPDとSPEN) は、より長い価格統制 (RIIO-1は8年) により、投資を確保し、サプライチェーンを活用し、サービス品質を向上させるためのより良い環境を作り出すという見解を示した。**

2.10. いくつかの利害関係者は、脱炭素化目標を達成するために必要な投資決定を先送りする言い訳にはならないことを強調することで、5年間の管理期間の承認を認めた。また、その長さにかかわらず、より広い環境の変化に対応するためには、価格統制に十分な柔軟性が必要であるとの意見もあった。

2.11. あるサプライヤは、電力システムオペレータ (ESO) の価格統制のために取っているアプローチを反映し、さらに短い価格管理 (2年) が配電システムオペレータ (DSO) 活動に適している可能性があることを指摘しました。それ以外には活動ごとに価格統制期間を変えることに対する支持はほとんどなかった。

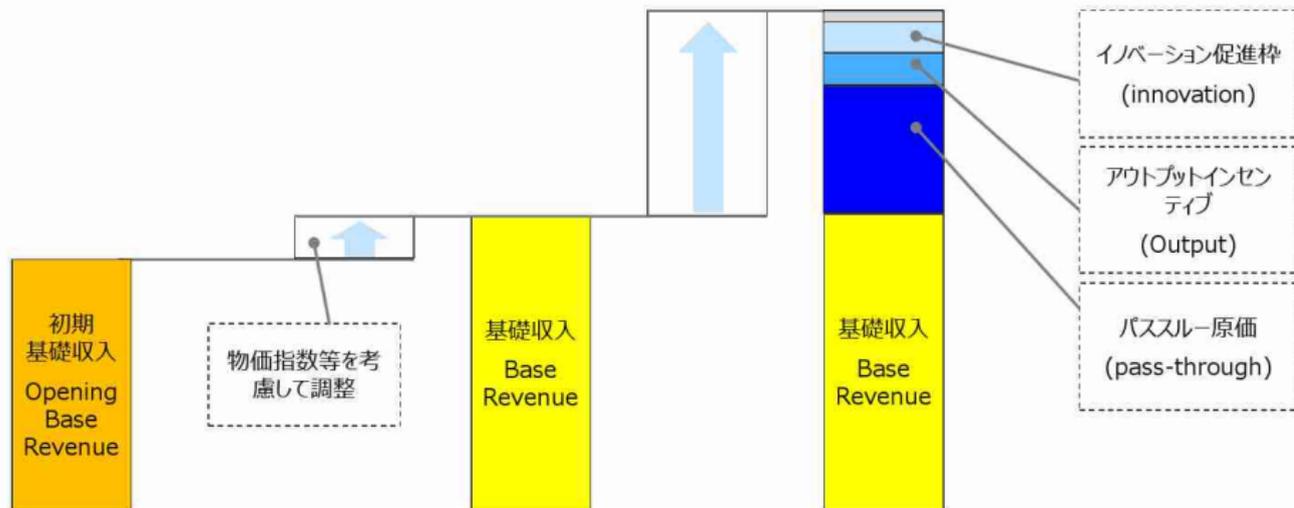
イギリスのレベニューキャップ制度の概要

- 事業計画から規制期間前に8年間の初期基礎収入を計算する。
- 期中のレベニューキャップは、初期基礎収入を物価指数等を考慮して調整した基礎収入、パススルー原価、アウトプットインセンティブ、イノベーション推進枠から主に構成される。

レベニューキャップの概要

規制期間前に8年分を決定

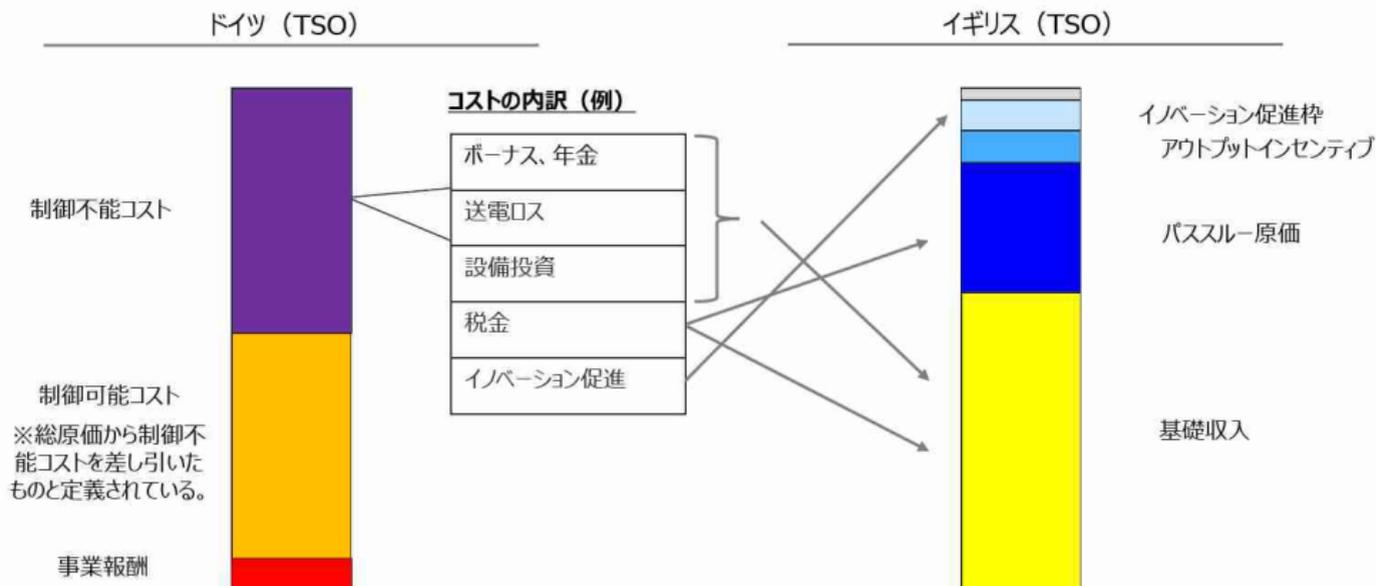
期中調整



出所：Ofgem: National Grid Electricity Transmission Plc Electricity Transmission license Special Conditionsを基に日本総研作成

イギリスとドイツのレベニューキャップ制度の比較① | コストの分類方法

- ドイツでは事業者の制御の及ぶ余地があるか否かを基準にコストを分類するのに対し、イギリスでは各種インセンティブなど使用目的を明示化することに主眼を置いた分類方法が採用されている。
- ドイツにおいて制御不能コストに分類される経費は、イギリスではパススルー原価のほかに、基礎収入、イノベーション促進枠に分類される。
- よって、パススルー原価が制御不能コストと完全に同等ではないことに注意が必要である。



出所：Ofgem: National Grid Electricity Transmission Plc Electricity Transmission license Special Conditions および貴省資料を基に日本総研作成

イギリスとドイツのレベニューキャップ制度の比較② | 外生的費用増に対する期中調整

- 外生的な要因によって生じた費用増はドイツでは制御不能コストとして調整されるが、イギリスではUncertainty Mechanismによって基礎収入やパススルー原価が調整される。

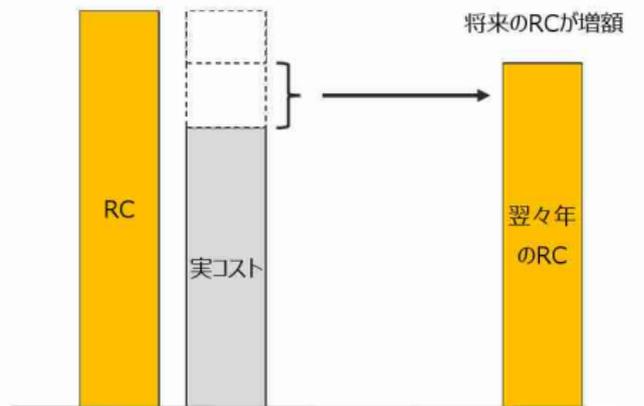
種別(例)	対象項目(例)	性質	調整方法	調整時期(発生の事前・事後)	調整頻度
経済指標 (Indexation)	・ 消費者物価指数(RPI)	・ 英国国家統計局(ONS)発表のマクロ経済指標	自動	事前 ・ ONS公表の予測値でレベニュー仮置 ・ 2年後に実績値との差を清算	年一度
パススルー (Pass-through)	・ 税金のうち事業用固定資産税(business rates) ・ 営業費のうちライセンスフィー(Licence fees) ・ 営業費のうち事業者間清算料金(Inter TSO payment scheme)	・ 外生的かつ事業者の効率化努力が及ばないもの	自動	事後 ・ 実績原価を報告 ・ 2年後にレベニュー反映	
規模起因 (Volume driver)	・ 新規接続に係る費用 ・ 系統連系に係る費用 ・ 地中線化(景観保護)に係る費用	・ 電力政策に沿った系統整備増強等の費用	届出	事後 ・ 期初に予め決定の事業計画に対する差分を反映 ・ 2年後にレベニュー反映	
再交渉 (Reopener)	・ 設備の物理的防護の強化の費用 ・ イノベーション展開(Innovation roll-out mechanisms)の費用	・ 期初届出の事業計画からの差分	認可	事前/事後どちらも可 ・ 計画/実績原価を報告 ・ 調整の翌年以降レベニュー反映	第1回:2015年 第2回:2018年
法令発動 (Triggers)	・ 税制改正(Tax legislation)に伴うレベニュー見直し	・ 国の政策変更	自動	Ofgemによる調整 ・ 税制改正の翌年にレベニュー反映	随時
中間レビュー (Mid-period review)	・ アウトプット評価指標の変更や新規追加に伴うレベニュー見直し ・ EUや英国の電力市場改革等政策変更に伴うレベニュー見直し ・ 政府要請による洪水等災害対策の費用	・ 電力政策の変更に伴うもの	自動	Ofgemによる調整 ・ 調整の翌年にレベニュー反映	2016年のみ

出所：貴省資料を基に日本総研作成

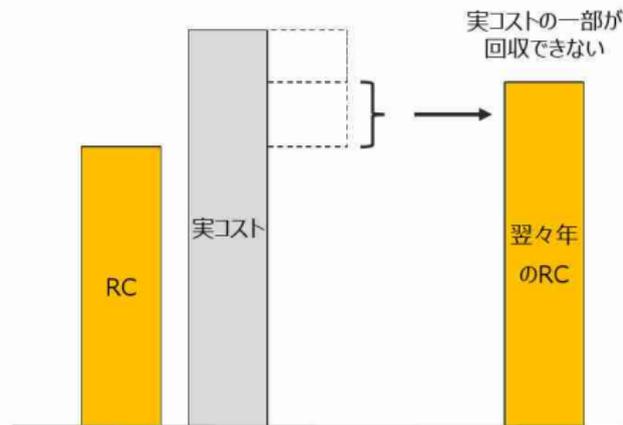
イギリスとドイツのレベニューキャップ制度の比較③ | 事業コスト効率化インセンティブ

- ドイツにおいては、制御可能コストを段階的に減額することで事業の効率化を促す。
- 一方イギリスでは、実コストがRCよりも少額であった場合に、その差分の一部を翌々年のRCに加算する形で事業者に戻元するTOTEX Incentive Mechanism(TIM)が採用されている。

レベニューキャップ > 実コスト の場合



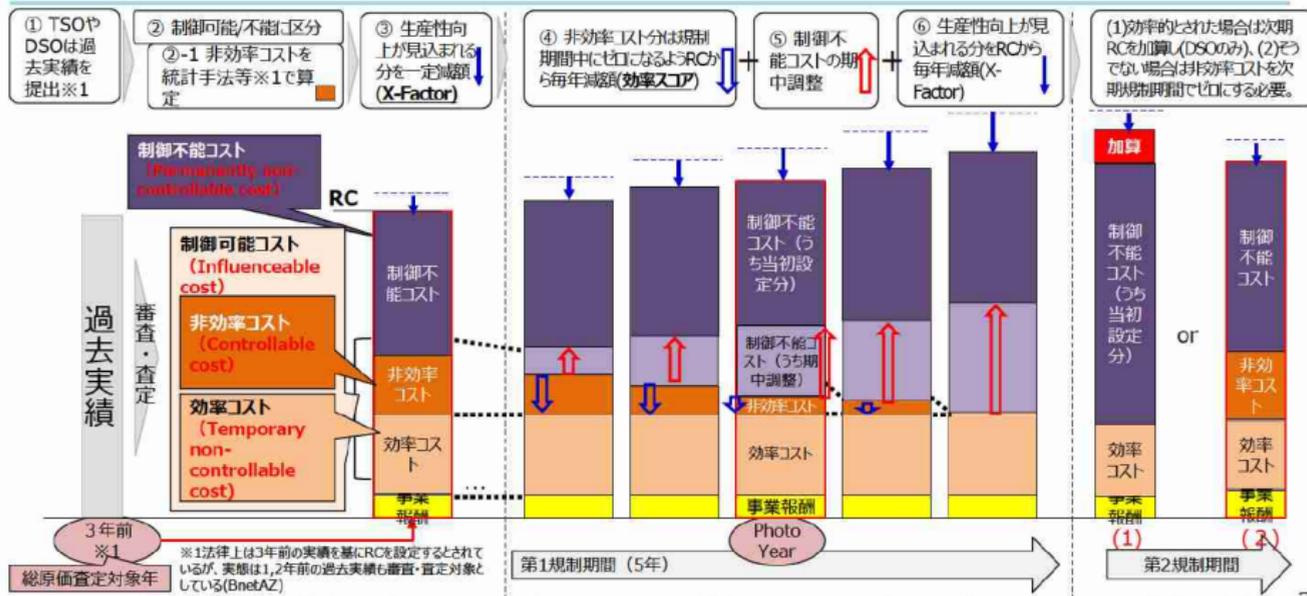
レベニューキャップ < 実コスト の場合



レベニューキャップ制度の全体像 | ドイツ

- ドイツのレベニューキャップ制度では、コスト全体を制御不能コストと制御可能コストに分類し、制御可能コストのうち非効率化コストの額を算定している。

ドイツレベニューキャップの概要



出所 ARegV§11(3), §15, BNetzA "Bericht der Bundesnetzagentur nach § 112a EnWG zur Einführung der Anreizregulierung nach § 21a EnWG" (2006)に基づきPwC作成

出所：貴省資料を基に日本総研作成

ドイツおよびイギリスにおける市場構造および査定方法の違い

- ドイツでは、配電事業者数が多く、機械的・客観的な手法を用いることにより効率的な審査を行っている。過去実績をベースにレベニューキャップを算定し、統計的手法を用いながら機械的に審査を行い、X-ファクター（生産性向上見込み率）を用いて非効率コストをレベニューキャップから毎年削減することで効率化を促す仕組み。
- イギリスでは、審査対象となる事業者数が限られており、事業者ごとの事業計画をもとに関係者との協議を重ねて審査を行っている。アウトプット指標による評価結果に応じたインセンティブを付与することで、投資を促す仕組み。
- 事業者数などの違いに留意しつつ、日本においても、生産性向上見込み率などの機械的・客観的な手法や、アウトプット指標による評価結果に応じたインセンティブを付与する仕組みの導入が考えられる

	ドイツ	英国
規制機関	BNetzA	Ofgem
TSO	4社	TO : 3社 SO : 1社
DSO	約900社	DNO : 14社

RC審査方法

過去実績・統計手法を用いながらDSOについては一部事業者を抽出して審査実施

事業計画を用いてステークホルダーと慎重に協議を重ね、パブコメや過去比較、市場テストを通じて審査実施

レベニューキャップの査定方法 | ドイツ

- ドイツでは査定対象となる事業者数が極めて多く負荷が高いことから、①過去実績を使用し、②統計的手法も用いながら、③DSOについては代表200社程度を抽出し、査定を実施している。

	費用性質	査定方法
制御不能コスト	<ul style="list-style-type: none"> 第三者により決定されるコストであり、効率化努力の及ばないコスト 期中調整可能 	<ul style="list-style-type: none"> 過去実績を基に査定 ただし、期中調整時には簡易審査としていることから、初期は厳格にチェックされる
制御可能コスト	<ul style="list-style-type: none"> 総原価から制御不能コストを差し引いたもの 統計的手法（ベンチマーキング分析）を用いて非効率コストと効率コストに区分される⇒後述 	
X-Factor	<ul style="list-style-type: none"> 制御可能コストの生産性向上分として一定減額 	<ul style="list-style-type: none"> 統計的手法により算定 ※統計手法を用いた設定値が事業者の合意を得られず、連邦政府仲介により過去の設定値は決定された
事業報酬	<ul style="list-style-type: none"> 期初および期末の平均簿価×WACC 	<ul style="list-style-type: none"> BNetzがWACCを算定

出所：経済産業省「平成30年度今後の電力系統と送配電事業の在り方に関する調査」を基に日本総研作成

効率化の手法 | ドイツ | ベンチマーキング

- 制御可能コストを非効率/効率コストに分けるため、DEA分析やSFA分析といった統計手法を用いて国内外の事業者と比較し、効率スコアを機械的に算定している。

		送電事業	配電事業
制御可能コスト	非効率コスト	制御可能コスト× (1-DEA分析・SFA分析の効率スコア) ※5年かけて消滅させる	
	効率コスト	制御可能コスト×DEA分析の効率スコア (TSOの国際比較であるe3GRID*における分析結果を基に算定)	制御可能コスト×DEA分析・SFA分析の効率スコア (国内DSOを対象としたDEA分析およびSFA分析について、それぞれ2パターンの投入量を想定し解析したの結果、計4パターンから最も良いものを選択)

*第三期はより細かな分類で効率スコアが確認可能な国内のベンチマーキングReference Grid Analysisに移行

出所：BNetzA, Energy HP, Incentive regulationを基に日本総研作成

レベニューキャップの査定方法 | イギリス

- イギリスでは査定対象となる事業者数が限られていることから、①事業者から提出される事業計画を基に、②関係各社と慎重な協議を重ね、③パブコメや過去比較、市場テストを通じてRCの査定を行う。

	費用性質	査定方法
イノベーション促進枠	<ul style="list-style-type: none"> 技術革新を促すため、研究開発費用を託送料金の中で回収することを認めたもの 	<ul style="list-style-type: none"> 事業計画を基に査定される NIA：事業者ごと NIC：PJごと
アウトプットインセンティブ	<ul style="list-style-type: none"> 事業実績を各種指標で評価し、賞罰を付与 	<ul style="list-style-type: none"> 各指標について予め評価基準が設定され、事業者の実績に基づきインセンティブが付与される
パススルー原価	<ul style="list-style-type: none"> 外生的・固定的な性質の費用等 	<ul style="list-style-type: none"> 実績額を報告し、その後機械的にレベニューを調整
基礎収入	<ul style="list-style-type: none"> 事業者が事業を行うために必要な基礎的費用 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者が提出する事業計画を基に、送配電事業者、その他利害関係者間で十分に議論を重ね、詳細に算定される
事業報酬	<ul style="list-style-type: none"> TOTEX × Capitalization rate × WACC 	

出所：経済産業省「平成30年度今後の電力系統と送配電事業の在り方に関する調査」を基に日本総研作成

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（今後の次世代電力ネットワーク及びネットワークビジネスの在り方に関する調査）報告書

委託事業名 令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（今後の次世代電力ネットワーク及びネットワークビジネスの在り方に関する調査）

受注事業者名 株式会社日本総合研究所

頁	図表番号	タイトル
14	-	Trianel サポートメニュー事例
19	-	エネルギー業界向けのデジタル技術「The EW-DOS」の全体像
42	-	Shell's operating costs
45	-	欧州大手電力事業者の格付推移 (Moody's)
62	-	地域型情報銀行サービス「MINLY(マインリー)」の概要
63	-	「地域型情報銀行」実証事業の背景と概要、ポイント、各社の役割
64	-	業務提携による取組みの概要
68	-	フランスにおけるIHDへのリアルタイムデータ表示義務化
69	-	米OPPDの顧客プラットフォーム「Listens」
73	-	米OPPDの顧客プラットフォーム「Listens」
74	-	メーターデータ経由で把握した変電設備の例
91	-	エネファームの余剰電力
97	-	大阪ガスが想定するデマンドレスポンスメニュー
113	-	混雑解消対策におけるローカルフレキシビリティ市場の位置づけ
116	-	piclo 商品の説明画面
118	-	英UKPNの取引量
121	-	取引タイムラインのイメージ
124	-	取引量(2020年2月時点)
126	-	イギリス Cornwall Local Energy Market の取引事例
128	-	ドイツ ローカルフレキシビリティ市場の取組事例
132	-	取引量(2019年時点)
135	-	主な商品
138	-	オランダ Layered Energy Systemの取組事例
163	-	主ヴェービッシュ・ハル シュタットベルケの部門別の収益構造
165	-	Stadtwerke Munchenの電源マップ
169	-	シュタットベルケ共同による熱供給会社の設立
186	-	主ヴェービッシュ・ハル シュタットベルケの部門別の収益構造
211	-	TSOのアンバンドリング