

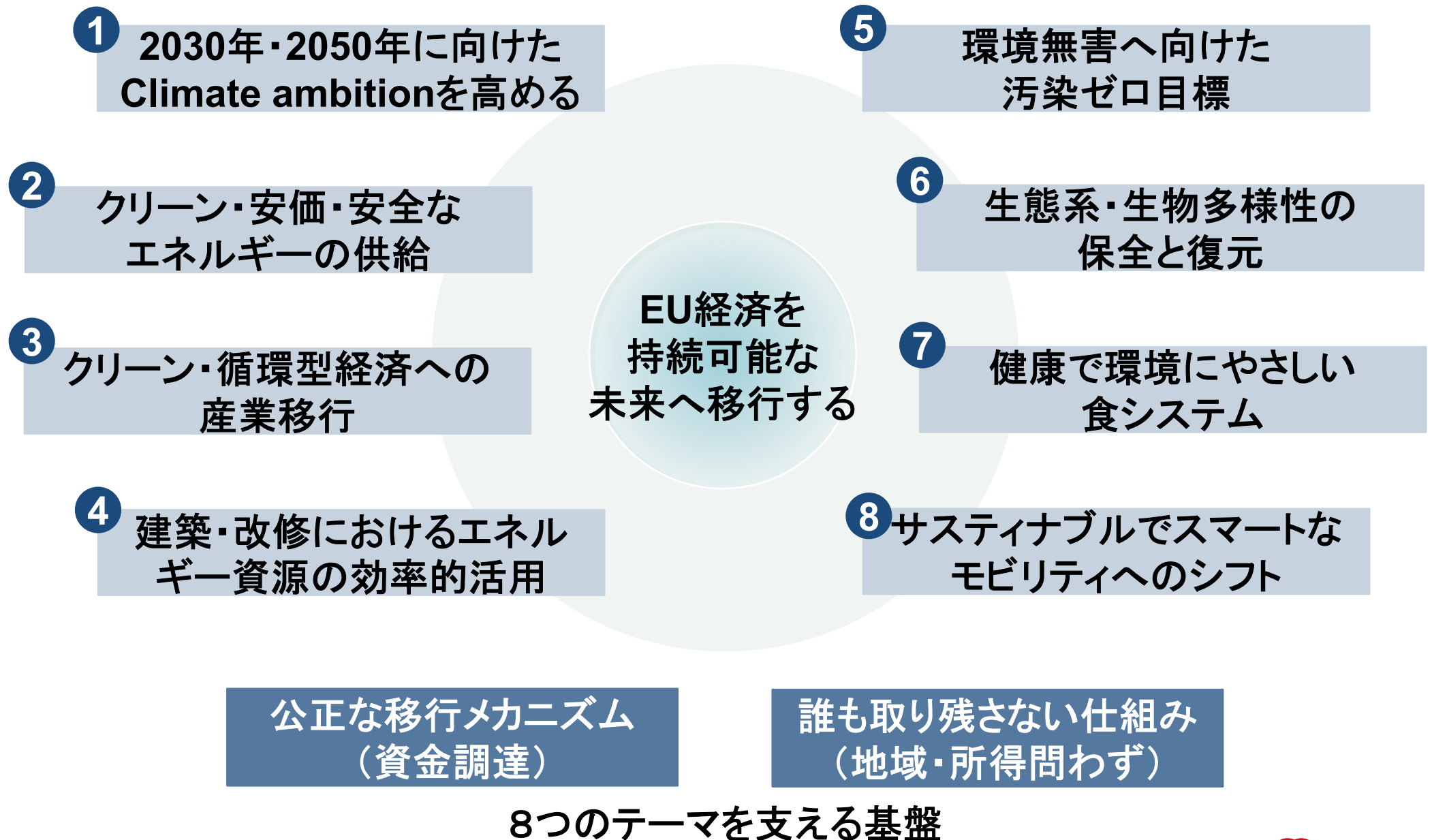
日本経済調査協議会 カーボン・ニュートラル委員会

カーボンニュートラルを目指す ドイツの再生可能エネルギー導入

2021年7月29日

コンサルティング事業本部 国際業務推進本部

尾木 蔵人



ドイツ再生可能エネルギー導入に関連する動向

-  1 2020年 電源構成に占める再生可能エネルギー比率46%達成(政府目標35%)
 - 👉 原子力を含めると 57%
 - 👉 2022年12月原子力発電所を全廃 (2011年決定)
-  2 2020年 石炭火力発電所を2038年までに全廃することを決定
ドイツ水素戦略発表
-  3 2021年 ドイツ連邦憲法裁判所による気候変動法の一部違憲判決
👉 2045年 カーボンニュートラル前倒し実現、財政出動を検討中

ドイツ再生可能エネルギー導入を推進するドライバー

コメントは、別の色で外側に枠追加

1

プロシューマーの拡大 電力需要部門が製造部門に

☞ 企業 と 一般住宅

2

VPP デジタル技術を活用した仮想発電所 再エネ拡大と安定需給調整

ネクストクラフトベルケ社 ローヤルダッチシェル100%出資(2020年5月発表) ☞ 東芝エネルギーシステム合併設立

3

市場デザインと進化 FIT → FIP (2012年導入 ~14年改訂)

☞ 電力コスト低下に貢献

4

需要サイドと供給サイドの直接取引 PPA (Power Purchase Agreement) 電力購入契約

☞ ファイナンス機能

5

再生可能エネルギー法による優先電源化ルール導入

6

太陽光・スマートメーター・蓄電池 導入 新規住宅8%→80%(2030年目標)

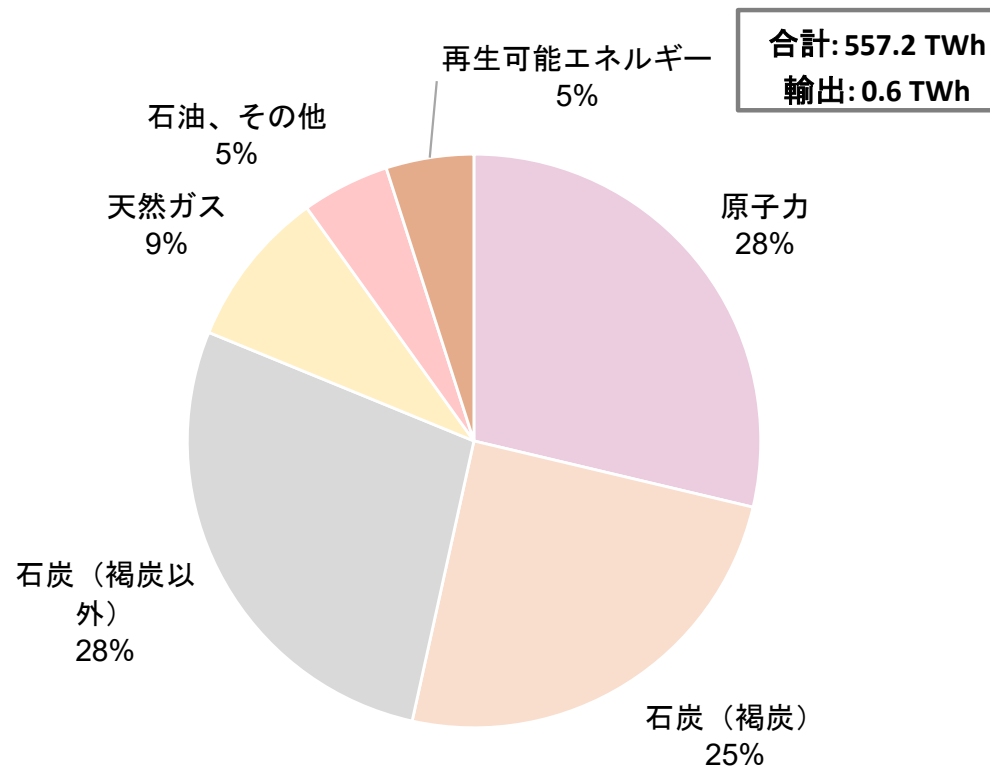
7

バイオガス ドイツ電源構成比率 9% (2020年) 安定供給、調整電源に貢献

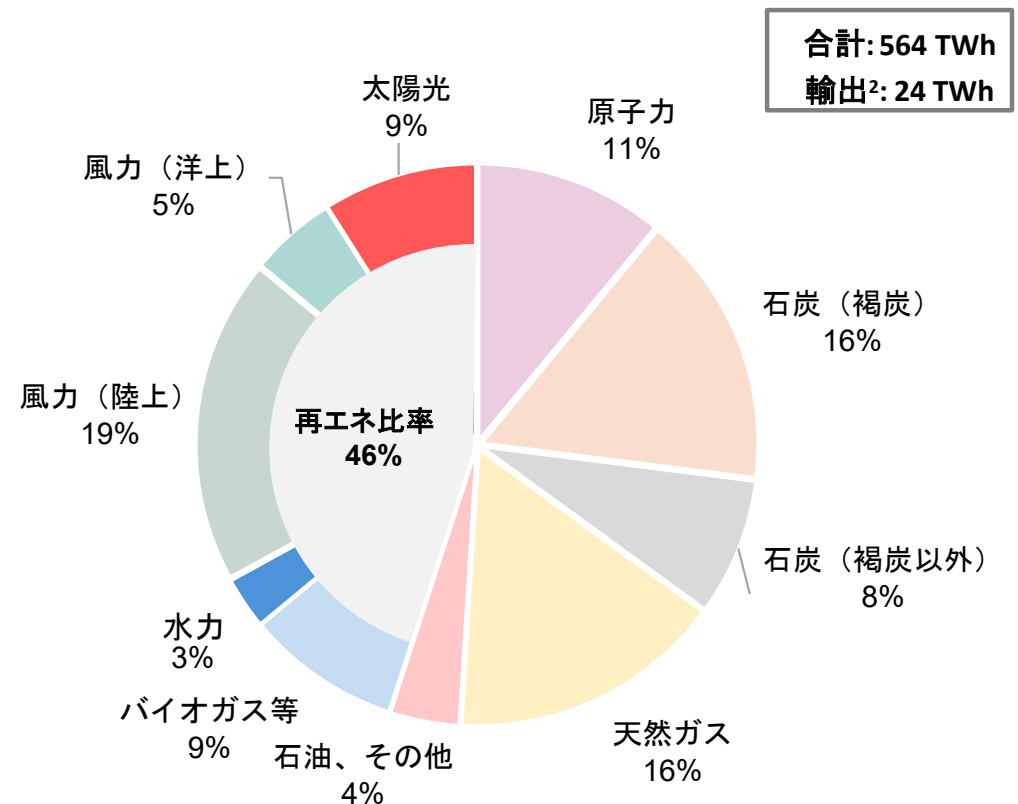
ドイツ電源構成に占める再生可能エネルギー比率 46% (2020年)

GTAI (ドイツ貿易・投資振興機関) THE GERMAN ENERGY MARKET – CURRENT STATUS AND OPPORTUNITIES May 2021 より

ドイツ電源構成¹
(1998)



ドイツ電源構成¹
(2020)



1) Gross electricity production 2) Net export (saldo of imports and exports)

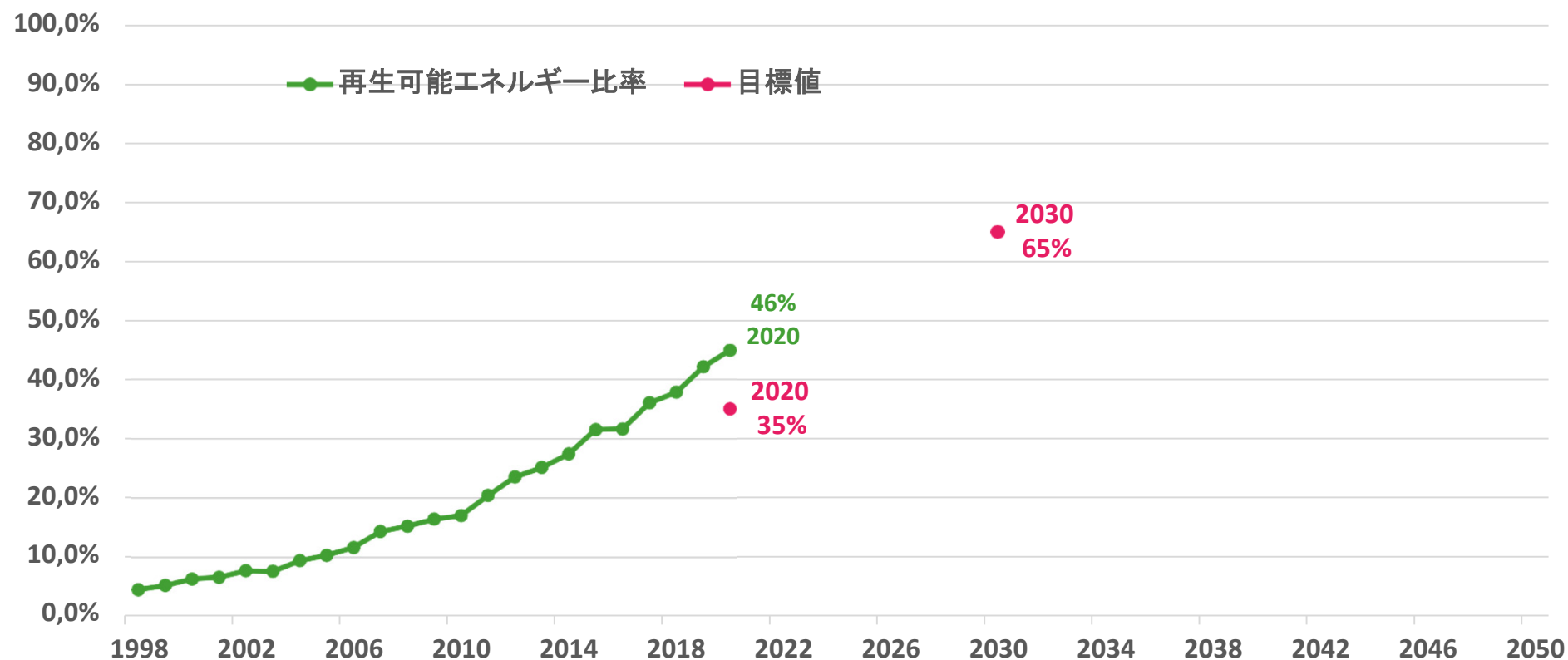
Source: BDEW, 2020

注: 各電源比率: 小数点以下を非表示

ドイツのエネルギー転換目標と再生可能エネルギー比率推移

GTAI (ドイツ貿易・投資振興機関) THE GERMAN ENERGY MARKET – CURRENT STATUS AND OPPORTUNITIES May 2021 より

再生可能エネルギー比率の推移 vs ドイツエネルギー転換目標



Sources: BMWi, 2021

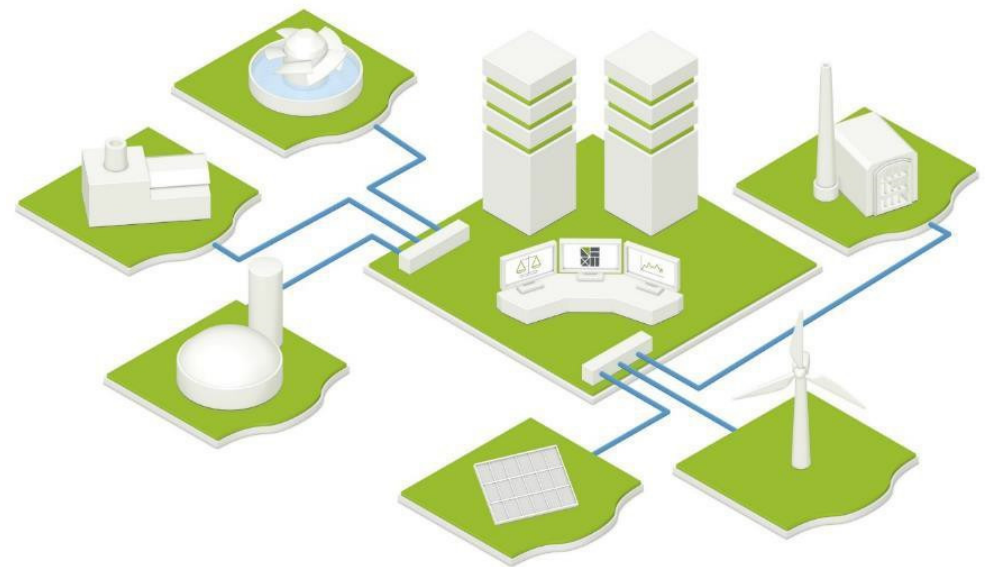
What can be done when the wind doesn't blow and the sun doesn't shine?

(風が止まり、太陽光が陰った際、何が可能？)

Virtual Power Plant – a cluster of networked power plants

(バーチャル・パワー・プラント : ネットワークで繋がる発電プラントのクラスター)

- ▶ Aggregating decentralized assets as a cluster
(クラスターとして、分散化した電源の統合)
- ▶ Automated control of the cluster with elaborate algorithms
(高度なアルゴリズムを活用したクラスターの自動管理)
- ▶ Harmonizing production and consumption
(発電と消費の安定調整)
- ▶ Balancing forecast deviation
(電力市場予測偏差の調整)
- ▶ Reducing fluctuation in the power grid
(送電網のボラティリティを削減)



出所 : Next Kraftwerke GmbH
日本語訳 : 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

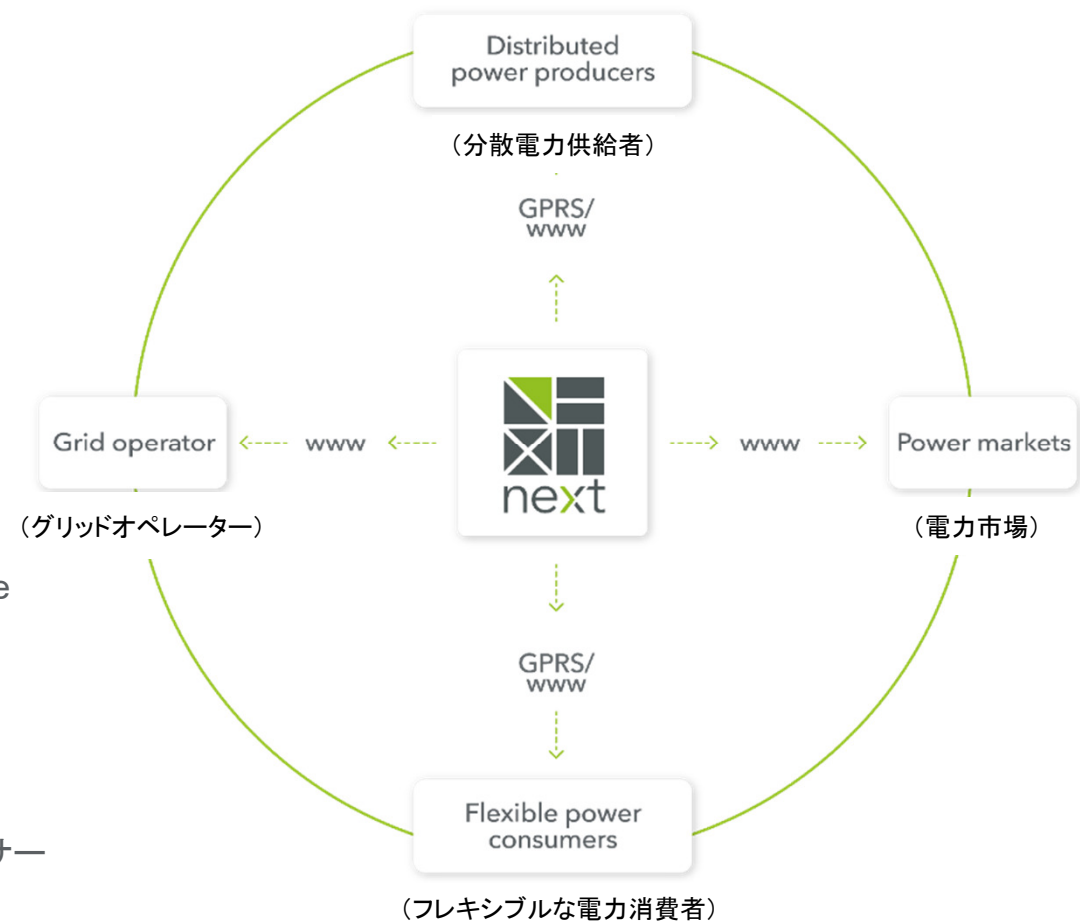
ネクストクラフトベルケ社 提供資料(2) The platform for the digital energy world

デジタルエネルギーのためのプラットフォーム

Operating a power plant without owning any assets

(自社所有の資産を持たず、発電所を運営)

- ▶ Aggregation of decentralized renewable energy assets through a central virtual platform
(中央バーチャルプラットフォームを通じて分散化する再生可能エネルギーアセットの統合を実施)
- ▶ More than 9,500 assets with more than 8,180 MW capacity
(8,180MW超の発電能力をもつ9500超のアセット)
- ▶ Intelligent steering of all networked assets with automatic M2M-communication
(自動M2Mコミュニケーションを備えるアセットネットワークのインテリジェンス運営)
- ▶ Grid stability: ensuring that production and consumption are harmonized
(グリッドの安定: 電力生産と消費の調和を確保)
- ▶ Offering access to various markets
(i. e. spot exchange, ancillary services, etc.)
(様々な市場へのアクセスを実現: 例: スポット市場、系統運用サービス等)



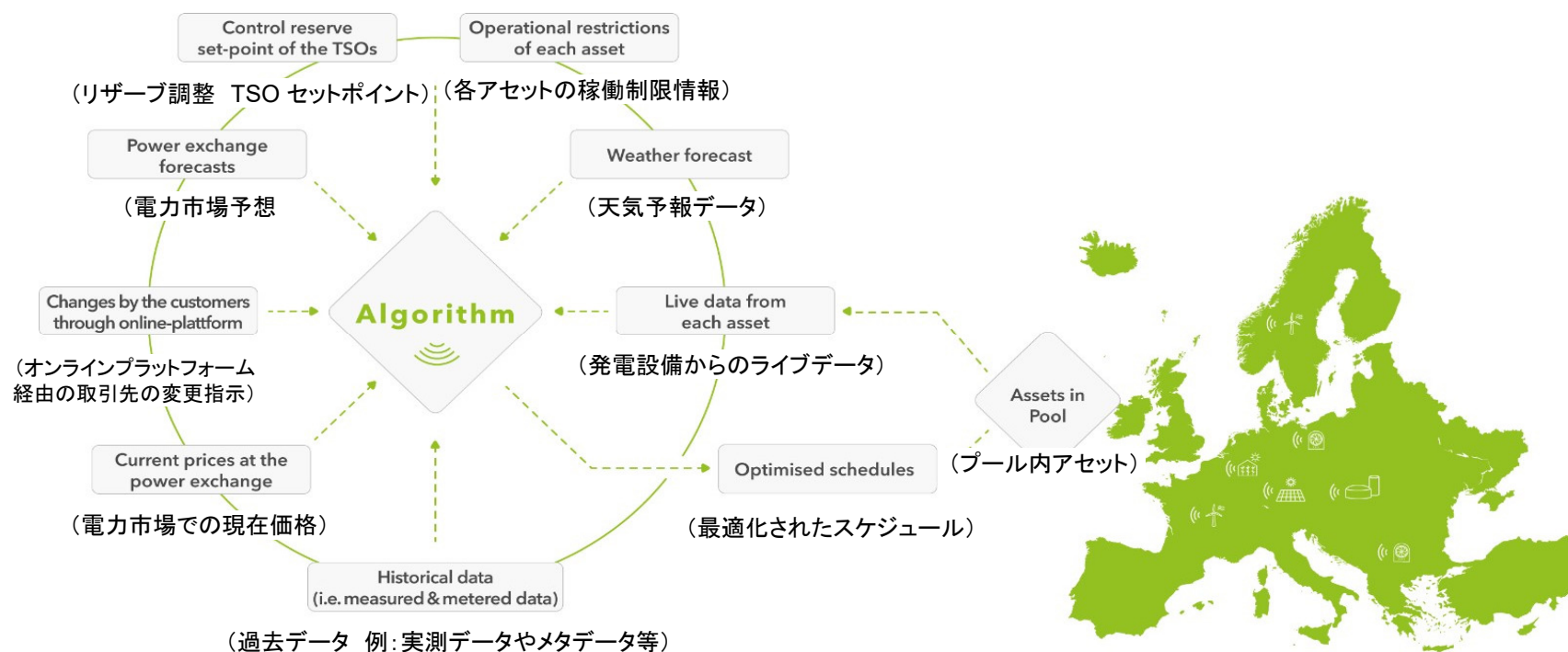
出所: Next Kraftwerke GmbH
日本語訳: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

VPPは、何を提供可能か？

The control system – heart of the VPP

(システムマネジメント VPPの中心)

- ▶ M2M-communication between the control system, individual assets, the TSO and the power exchange
(機械同士が情報をやりとりするMachine-to-Machine コミュニケーション: 個別発電アセット、TSO(送電系統運用者)、電力市場)
- ▶ Algorithmic calculation of each individual asset's schedule of operation
(各電力アセットの稼働スケジュールのアルゴリズム計算)
- ▶ Automatic steering of assets
(電力アセットの自動コントロール)
- ▶ Redundant server structure for maximum security
(安全を最優先する高度なサーバー構造)



出所: Next Kraftwerke GmbH
日本語訳: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

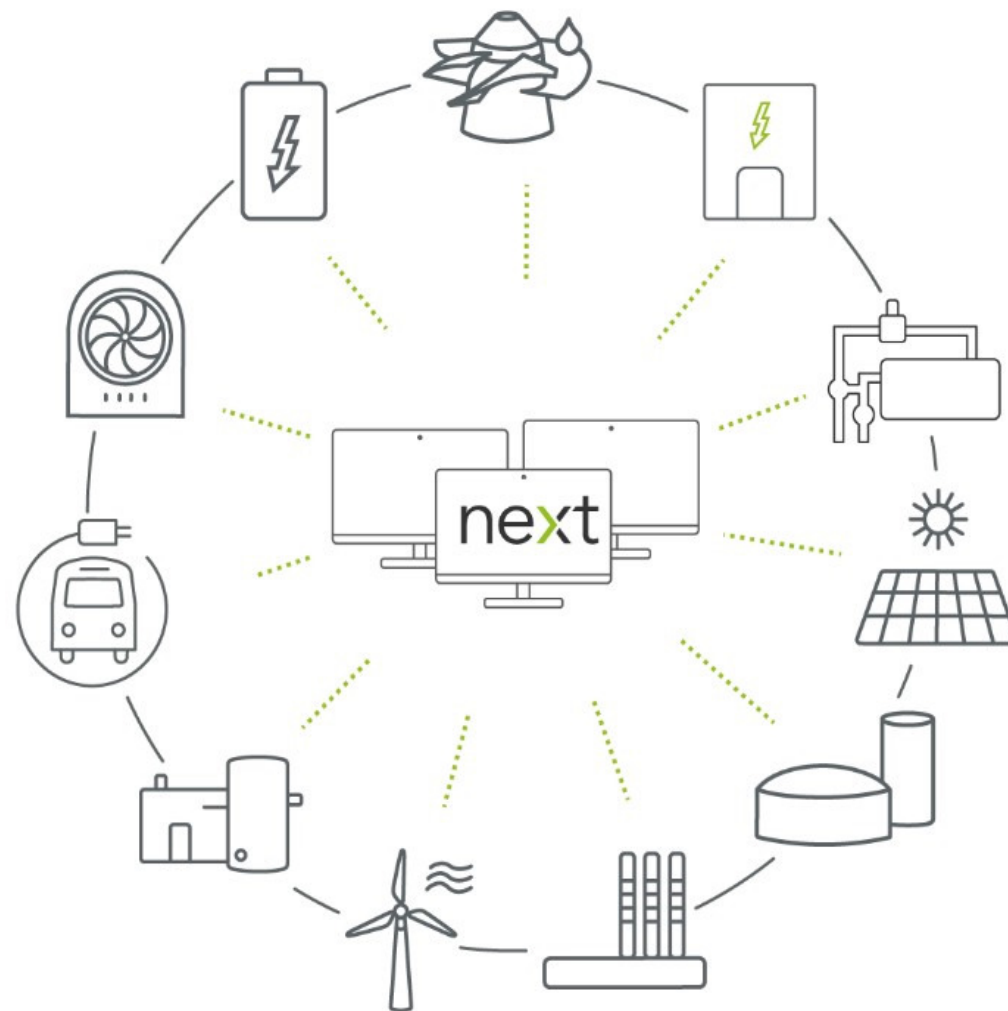
インターフェース / テクノロジー

(VPPの中の契約発電設備等の参加者)

- ▶ Biogas (バイオガス)
- ▶ Solar (太陽光)
- ▶ Wind (風力)
- ▶ Hydro power (水力)
- ▶ CHP (電力・熱供給システム)
- ▶ Renewable power plants (再生可能電力プラント)
- ▶ Power-to-X (電力のガス、熱等への変換)
- ▶ Power consumers (電力消費者)
- ▶ Utilities / aggregators (発電設備・アグリゲーター)
- ▶ Batteries (蓄電設備)
- ▶ Emergency power generators (緊急時発電設備)

(インターフェイス / テクノロジー)

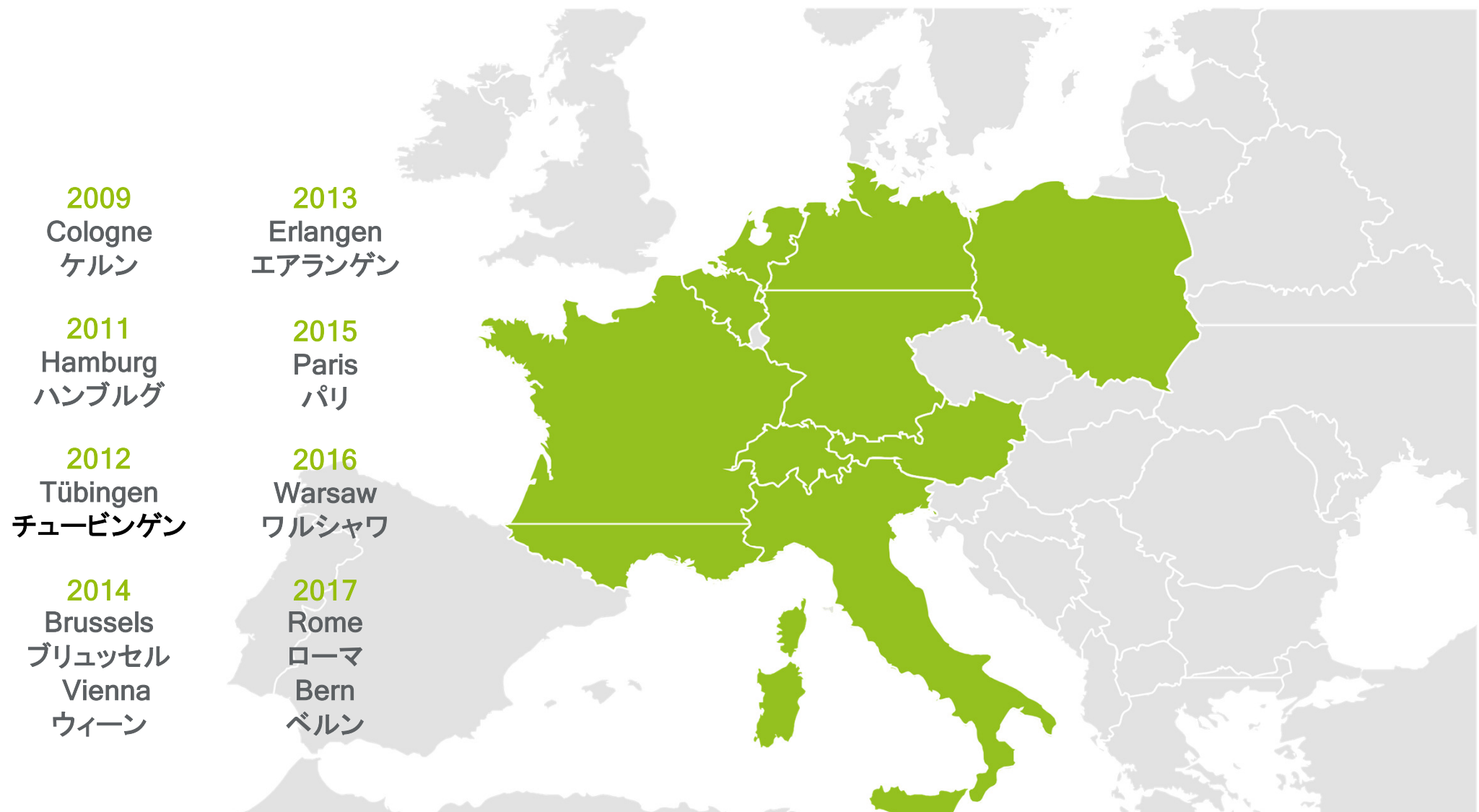
- ▶ Next Box (ネクストボックス:スマートメーター)
- ▶ Protocol interfaces (プロトコル インターフェース)
- ▶ APIs (アプリ)



出所：Next Kraftwerke GmbH
日本語訳：三菱UFJリサーチ&コンサルティング

ネクストクラフトベルケ社 提供資料(5) A Virtual Power Plant for Europe

VPP（仮想発電所）の欧州展開



出所：Next Kraftwerke GmbH
日本語訳：三菱UFJリサーチ&コンサルティング

ネクストクラフトベルケ社 提供資料 (6) Key Data

主要データ

Sales
売上 (ユーロ:百万)

627.7 Mio € (2018)

Employees
(従業員数)

190

Subsidiaries
(子会社数)

10

Aggregated Power
(総発電量)

9,016 MW

Aggregated assets
(発電設備数)

11,049

Power delivery
(デリバリー電力量)

140 GWh

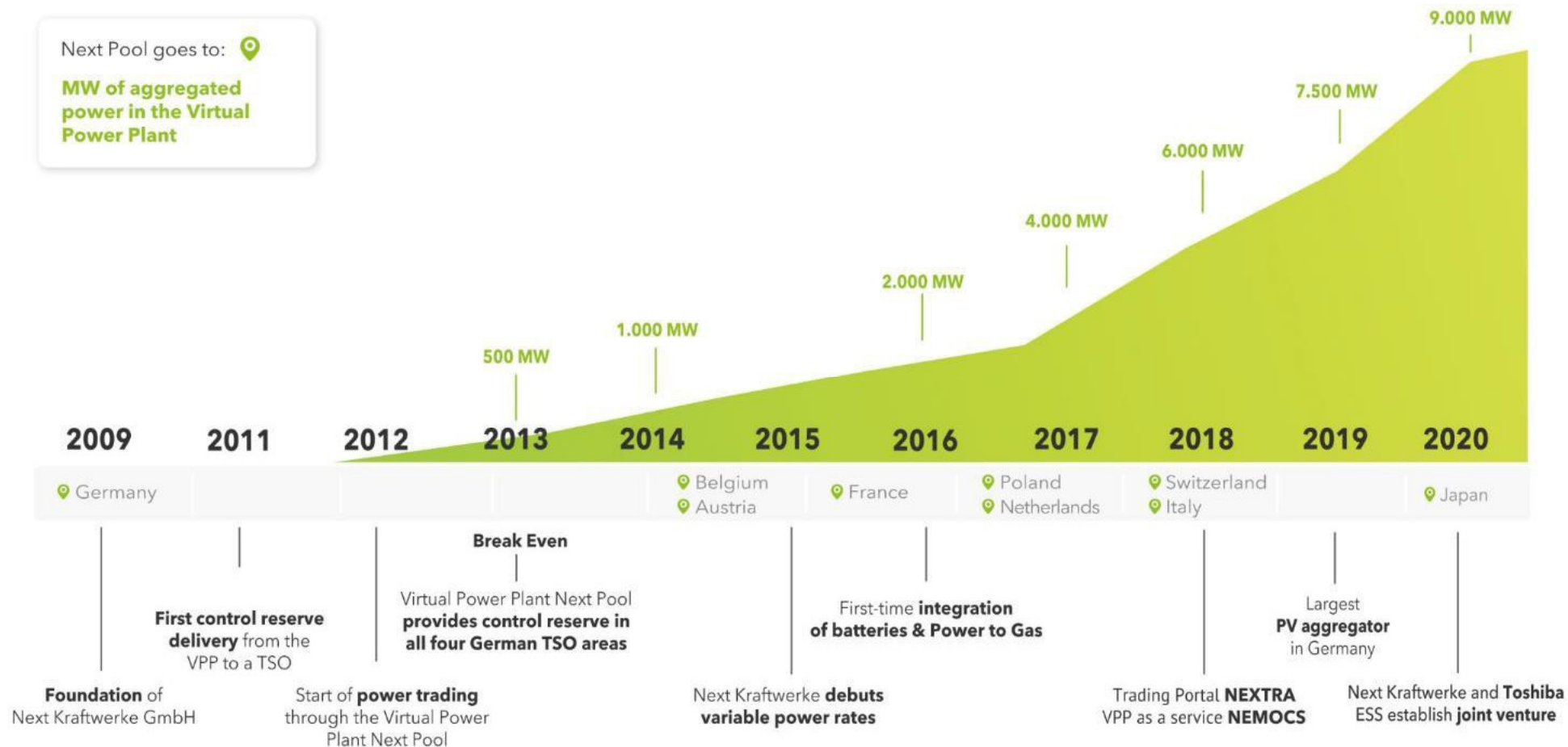
出所: Next Kraftwerke GmbH
日本語訳: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

ネクストクラフトベルケ社 提供資料(7) Milestones

VPP総発電量 マイルストーン(推移)

2009年設立

2020年 東芝エネルギーシステムズ株式会社と合併企業を設立



出所: Next Kraftwerke GmbH
日本語訳: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

ドイツ 水素戦略

ドイツが掲げる国家水素エネルギー戦略とは

水素戦略の テーマ

- 2020年6月10日、ドイツのメルケル政権は「国家水素エネルギー戦略 (Nationale Wasserstoffstrategie)」を発表。2050年までに温室効果ガス正味排出量ゼロに向けて、経済の脱炭素化を推進し、水素技術の“最”先端国になることを標榜

予算と数値 目標

- これまでも水素基礎研究のために約840億円を投じてきたが、さらに電気分解施設の建設と、外国からの輸入体制の構築のために**1兆円以上の予算投入**を計画
- 電気分解による**水素製造能力を、2030年までに5GW、2040年までに累計10GWまでに高める**

水素戦略の 概要

- ドイツ政府は水素の製造方法に基づいて以下の4つに水素を分類。「グリーン水素」を普及させるために、再生可能エネルギー由来の電力への賦課金免除などを検討
- 水素生成から貯蔵、インフラ、利用までの全バリューチェーンの見直しを図る

グリーン
水素

✓ 再生可能エネルギー
由来

グレー
水素

✓ 天然ガスなど
化石燃料由来

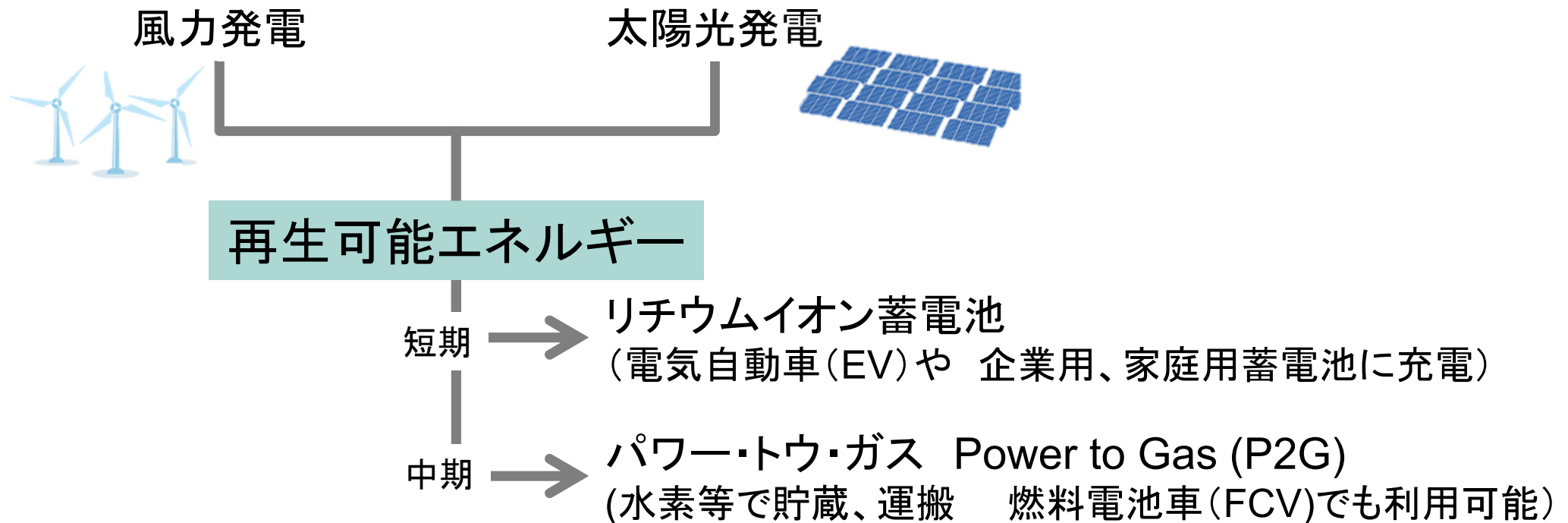
ブルー
水素

✓ 化石燃料由来だが
CO2を貯蔵

ターコイズブルー
の水素

✓ メタンガス由来

欧州グリーンディールのドライバー 水素の活用（余剰電力の調整）



[P2Gの仕組み]

- 電力 → 水電気分解（水素電解槽） → 水素（ H_2 ）
 $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$
- 水素 → 燃料電池（FC Fuel Cell） → 電気

ドイツの脱炭素への取組事例 石炭産業から水素・ニューモビリティ戦略

ドイツ連邦政府による産業構造転換、インフラ整備等のための財政支援
総額400億ユーロ(約4兆8000億円)

ライン・エリア
148億ユーロ(約1.8兆円)

ラオジッツ・エリア
172億ユーロ(約2.1兆円)

テスラEV工場
(ベルリン郊外／ブランデンブルク州)

シーメンス・水素キャンパス
ザクセン州政府、自治体、フラウン
ホーファー研究所との産官学連携

ドレスデン
【欧州トップの半導体集積地】

VW EV工場(ドレスデン／ザクセン州)

BMW EV工場(ライプチヒ／ザクセン州)

VW EV工場(ツビッカウ／ザクセン州)

中部ドイツ・エリア
80億ユーロ(約0.9兆円)

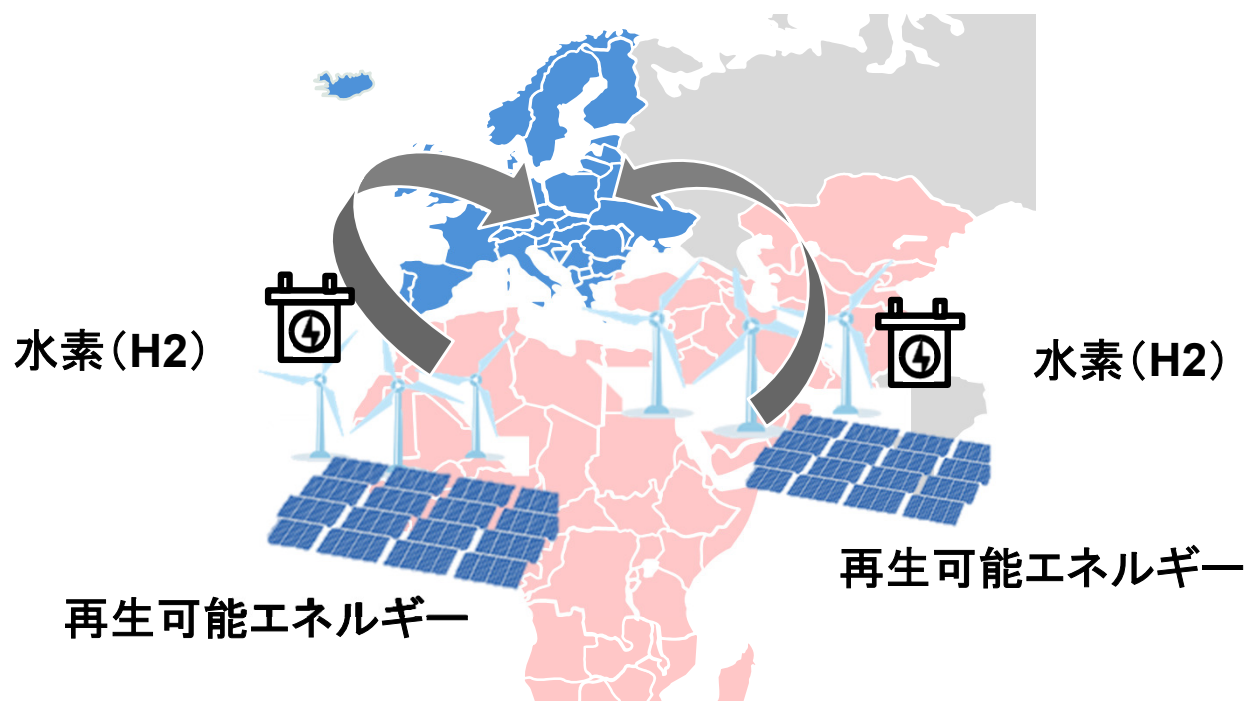
デュッセルドルフ

水素グローバルバリューチェーンの構築に向けて

「ドイツ水素戦略」の推進には、
再生可能エネルギーを使用して製造されるグリーン水素の大量調達が不可欠



アフリカ・中東諸国に水電解による水素製造技術(電解装置等)を伝え、
同地域からの水素輸入を拡大を目指す可能性も



ご利用に際して

- 本資料は、信頼できると思われる各種データに基づいて作成されていますが、当社はその正確性、完全性を保証するものではありません
- また、本資料は、講演者の見解に基づき作成されたものであり、当社の統一的な見解を示すものではありません
- 本資料に基づくお客様の決定、行為、及びその結果について、当社は一切の責任を負いません。ご利用にあたっては、お客様ご自身でご判断くださいますようお願い申し上げます
- 本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず、出所：三菱UFJリサーチ&コンサルティングと明記してください
- 本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当社までご連絡下さい

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

www.murc.jp/