

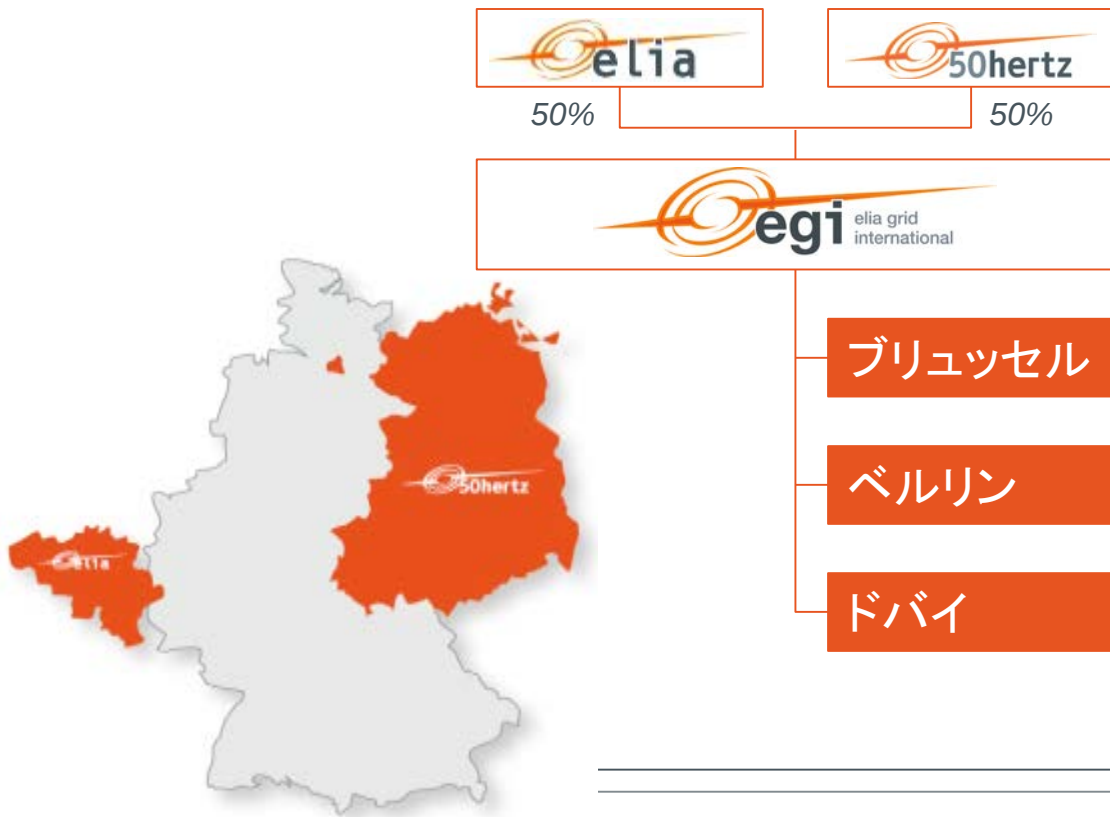
欧州における自然エネルギー電源の統合

これまでの教訓とこれからの道筋

内容

1. 欧州の重要プレーヤー、エリアグループ
2. 変化するEUの状況
3. 自然エネルギー電源の統合における50ヘルツの経験
4. これからの道筋

大手系統運用会社2社が支えるエリアグリッドインターナショナル



エリアグリッドインターナショナルは欧州における送電事業者(TSO)の経験をもとに、**コンサルタントサービスおよびエンジニアリングサービス**を提供している

- アドバイザリーサービス/コンサルタント業務
- 欧州市場の最新動向に対する見識
- ワークショップ

エリアグループの概要

EUのTSO事業でトップ5に入る事業者



30,000,000

カバーされている住宅数



143,000 km²

カバーされている面積



18,400 km

ベルギーおよびドイツの
高圧電線の距離



6

国際連系線の数



800

経験豊富なエンジニア
と技術者の数



35,000 MW

自然エネルギーの
導入量



2,100

従業員数

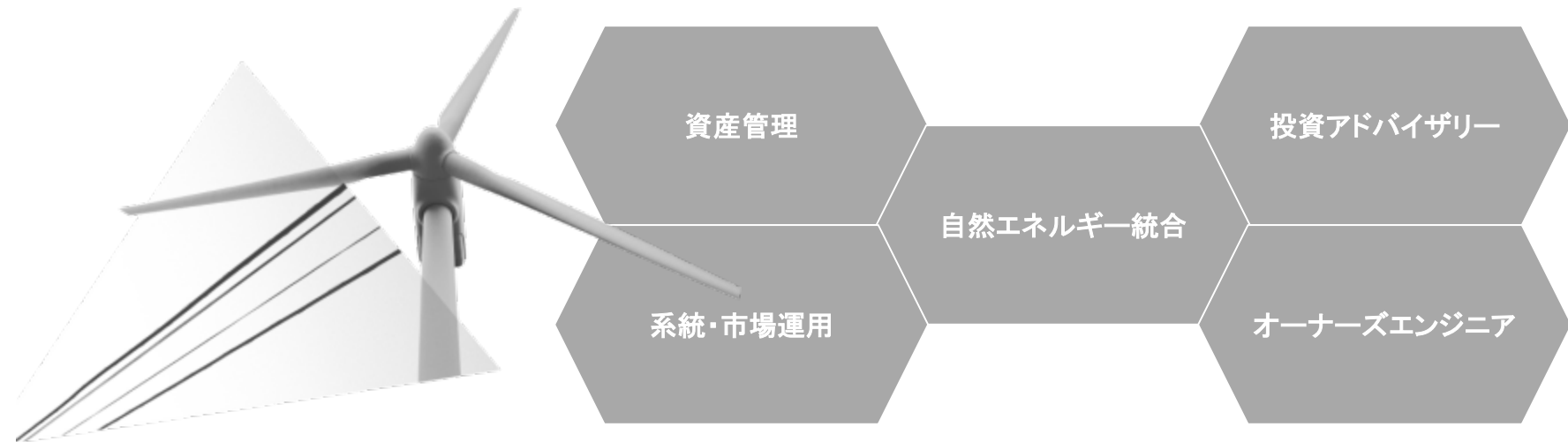


26

国籍数

エリアグリッドインターナショナル: ソリューションプロバイダー

エリアグリッドインターナショナルはエリアグループ
の知見を生かし、世界中のパートナーに
最先端のソリューションを提供する



内容

1. 欧州の重要プレーヤー、エリアグループ
2. 変化するEUの状況
3. 自然エネルギー電源の統合における50ヘルツの経験
4. これからの道筋

EUのエネルギー目標

EUの目標

供給の安全保障



競争力

持続可能性



EU経済の近代化の中心に据えられるエネルギー同盟と気候行動

主要目標:

- エネルギー効率を最優先とする
- 自然エネルギー分野でグローバルリーダーシップを確立する
- 消費者にフェアディール(公平な取引)を提供する



出典: EC COM/2016/0860

2021年以降、官民合わせて毎年1770億ユーロを投資

市場の統合はエネルギー市場の力学の変化を受けた当然の成り行き

市場の統合を推進する要因

RESの統合

- 自然エネルギー電源 (RES) が急速にエネルギー供給における主要プレーヤーになりつつある
 - EU 20/20/20 目標によっても推進される
- RESの統合により、各国間および国内での地域間の調整および系統バランシングのニーズ、ならびにインフラ拡張のニーズが高まる

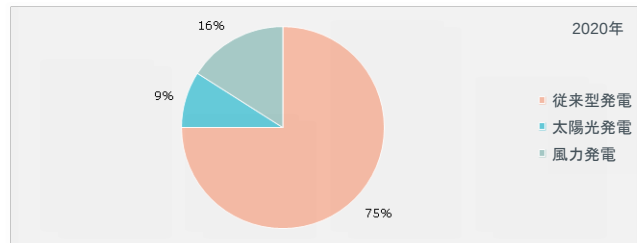
エネルギー政策

- EUの主要部分、ドイツ、ベルギー、オランダのエネルギー政策におけるさらなる市場統合
- 欧州委員会は完全に統合され調和された市場の実現を目指している
- 欧州委員会が発表したエネルギーインフラパッケージ: 2021年までに総額1000億ユーロの投資を想定

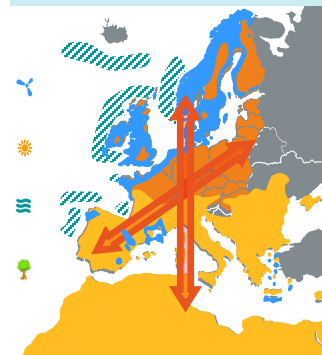
効率性と価格の手頃さ

- 市場の統合により一層効率的な系統運用が可能になる
 - 規模の経済
 - 協力のメリット
- 価格の収斂に欠かせない統合
 - より効率的な容量の活用が可能になる

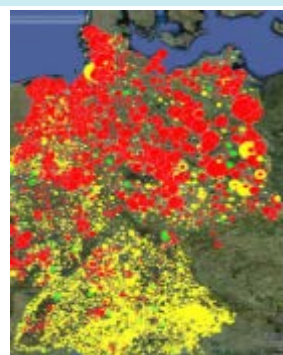
RESは重要な変化の原動力となっている



1: 欧州全域にまたがる大流量



2: 何千もの小規模なローカル発電設備



現在進行中のエネルギー転換の主な原動力:TSOの展望

社会・政治面

-  脱原発 →
-  さらなるRESとDG →
-  新しいインフラの必要性 →
-  系統プロジェクトの受け入れ →



市場・技術面

- ←  新しい技術(HVDC) + 貯蔵
- ←  新しいアクター「生産消費者」
- ←  エネルギー市場の様相の細分化
- ←  ビジネスモデルの発展

内容

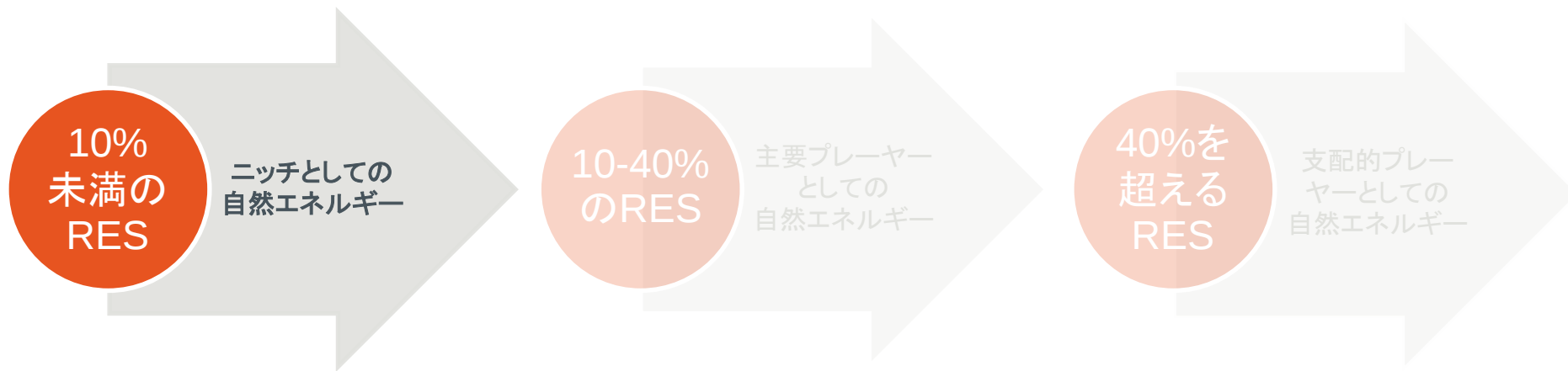
1. 欧州の重要プレーヤー、エリアグループ
2. 変化するEUの状況
3. 自然エネルギー電源の統合における50ヘルツの経験
4. これからの道筋

RESの新しい要件と課題: 50ヘルツの経験



RESは、50ヘルツの系統エリアにおいてニッチのエネルギー源から支配的なエネルギー源へと進化し、電力系統に新たな課題と要件が生まれた

RESの統合に向けての第一歩

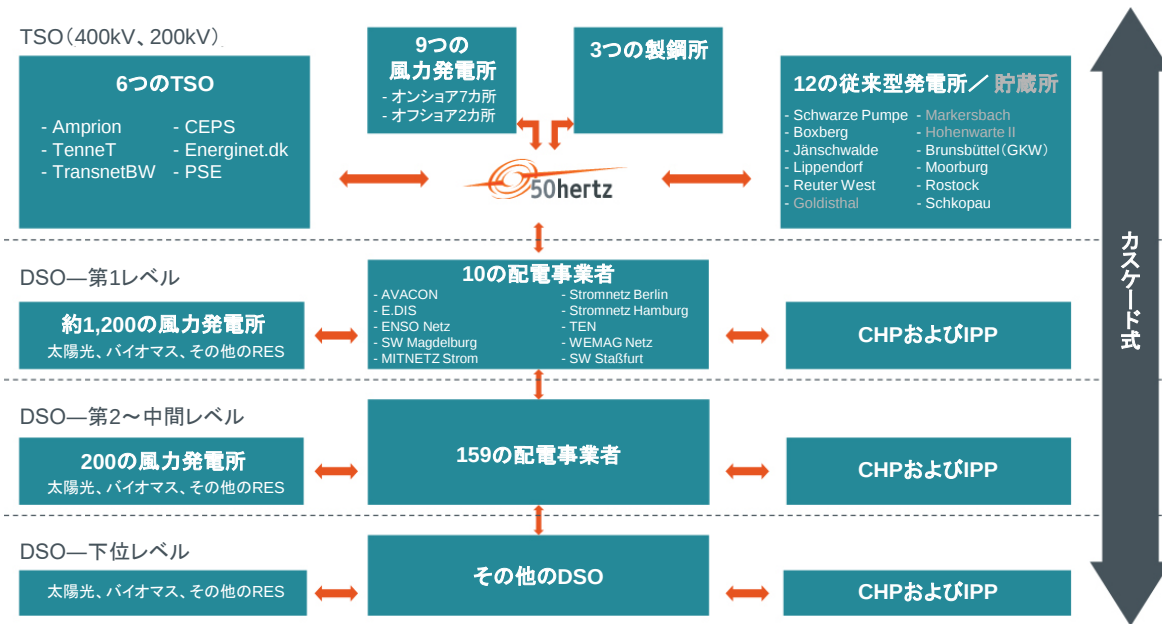


根本的な適応はまだ必要ない。既存の電力系統には自然エネルギーを受け入れる能力がある！

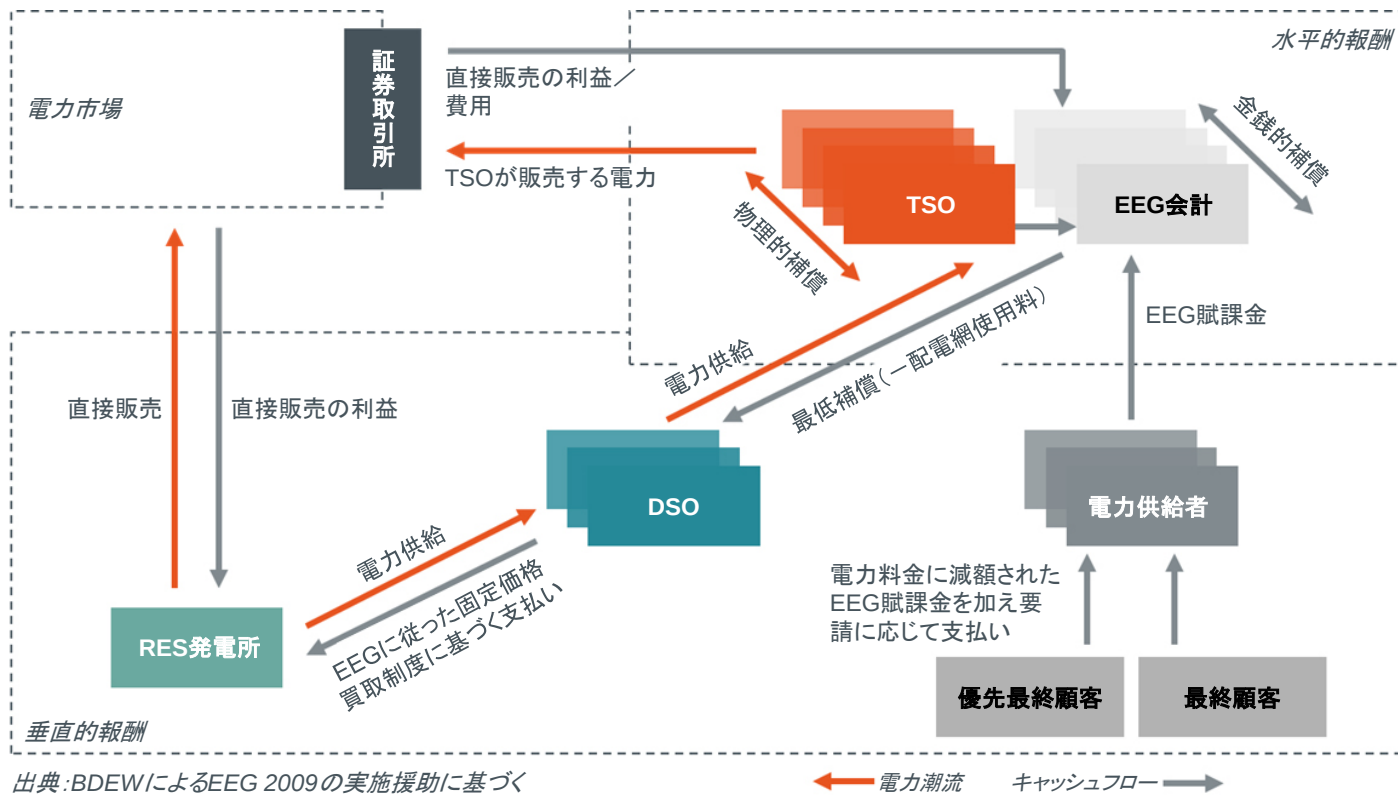
- 予測を発展させ活用する方法を学ぶ
- RES向けの情報交換、請求、会計のプロセスを開発する
- 潜在的な誤りがあっても、(まだ)電力系統に目立った影響はない

情報交換のプロセス(50ヘルツの例)

- ほとんどの風力／太陽光発電がDSOに接続
- 多層にわたるDSOの構造
- 調整のためのコミュニケーションとデータ交換はカスケード構造で組織される



RESの請求と会計(ドイツ再生可能エネルギー法)

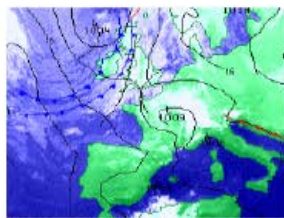


中間統合レベル(50ヘルツの過去10年間)



- 精度を改善するため予測手段を開発する
- 新たな輸送需要(新しい発電エリアの出現に伴うもの)に応え、柔軟性の源とするための電力系統インフラを整備する
- 「マストラン」容量を削減する方法を検討する—RESは補助的サービスを提供する(balancing電力市場への統合など)
- リアルタイムのデータ交換とRESのダイレクトな舵取りの導入
- RES政策に対する統一された欧州のアプローチ

予測の発展と精度の改善: PVの前日予測と当日アップデート (風力も同様)



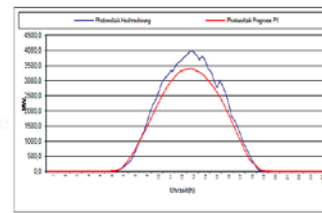
気象観測



SMAデータベース



電力への変換



太阳光発電予測

メタ予測への外部からの情報入力

- 5つのサプライヤー (EnergyMeteoSystems、Meteocontrol、Enercast、EnergyWeather、Meteologica) からの太阳光発電予測
- エリア: ドイツ、50ヘルツ、DSO地域
- 範囲: 前日 ≤ 96時間、短期間 ≤ 8時間
- 1日3回アップデート、¼時間の短期アップデート

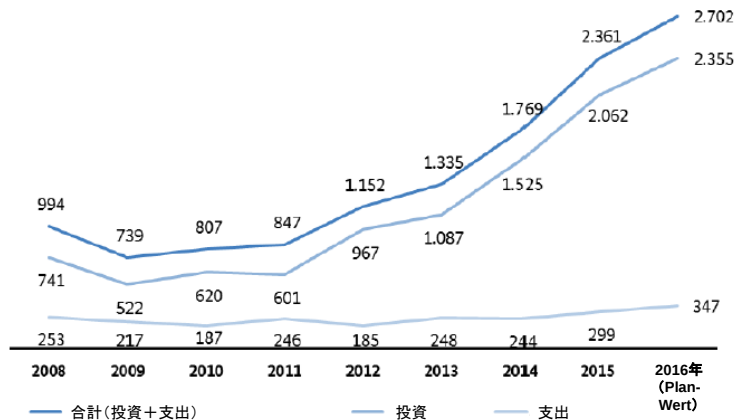
50ヘルツによる経験の重みを付けた結合予測

- 商業上利用可能な予測の線型結合

夜間の時間帯を除く、1日前の太阳光予測の精度は、
二乗平均平方根誤差 (RMSE) が5~7%のレベルに達している

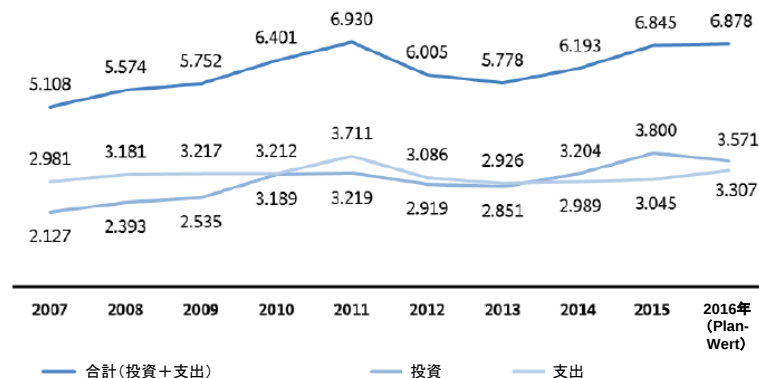
電力潮流の変化に対応し、柔軟性を保証するための電力系統インフラの開発:ドイツの電力系統への投資額

TSOの電力系統インフラへの投資 単位:百万ユーロ



出典: Bundesnetzagentur, Monitoringreport 2016

DSOの電力系統インフラへの投資 単位:百万ユーロ



出典: Bundesnetzagentur, Monitoringreport 2016

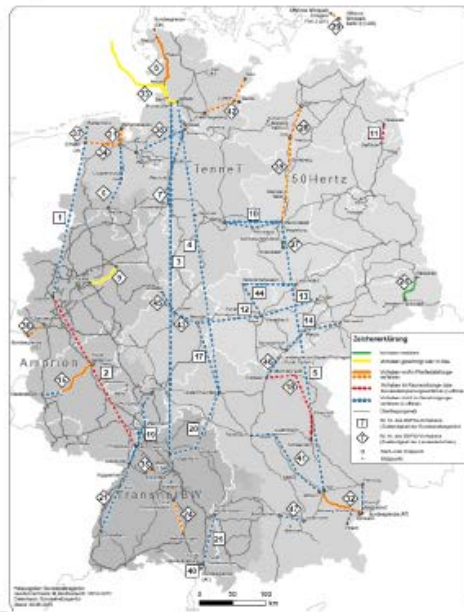
電力潮流の変化に対応し、柔軟性を保証するための電力系統インフラの開発：欧州の計画と国内の計画の調整

2016年のEU電力系統開発10カ年計画



予測される必要投資額：約1500億ユーロ

ドイツ連邦要件計画2016



予想される必要投資額：約500億ユーロ

調整された計画：

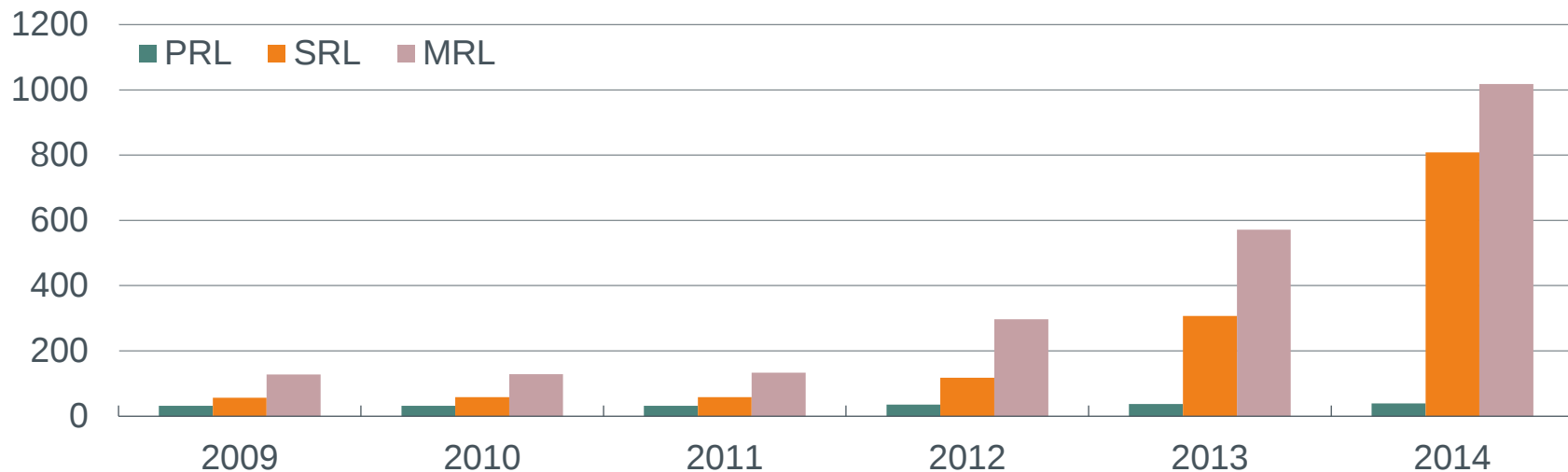
地域レベルのもの

- TYNDP (ENTSO-E)
- PCI (EC)

全国レベル(ドイツ)のもの

- NEP(ドイツTSO + BNetzA)
- EnLAG: 2009 (ドイツ政府)
- BBP: 2013-2015 (ドイツ政府)

電力バランシングの強化: 50ヘルツ地域における事前審査済み電力バランシングサービス事業者(バランシング市場の流動性)



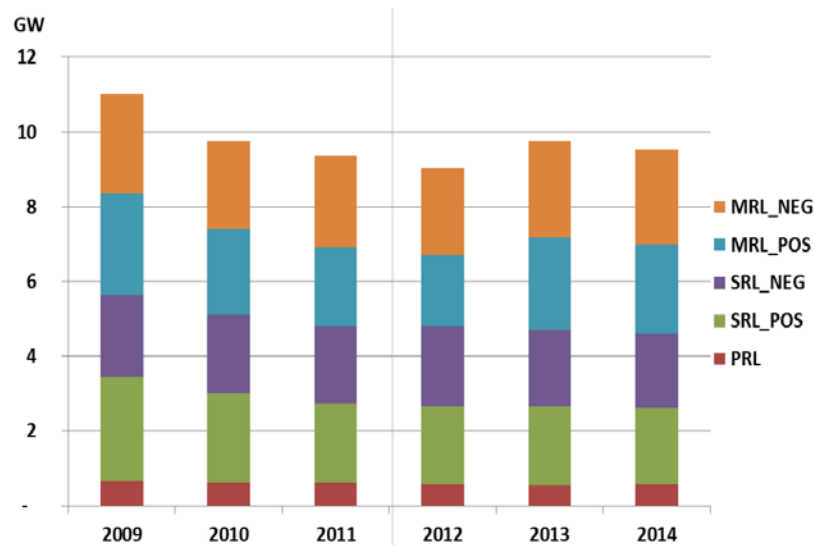
事前審査済みのSRL(Secondary Reserve)とMRL(Tertiary reserve)数が大幅に増加

電力バランシングの強化: GCCとIGCC

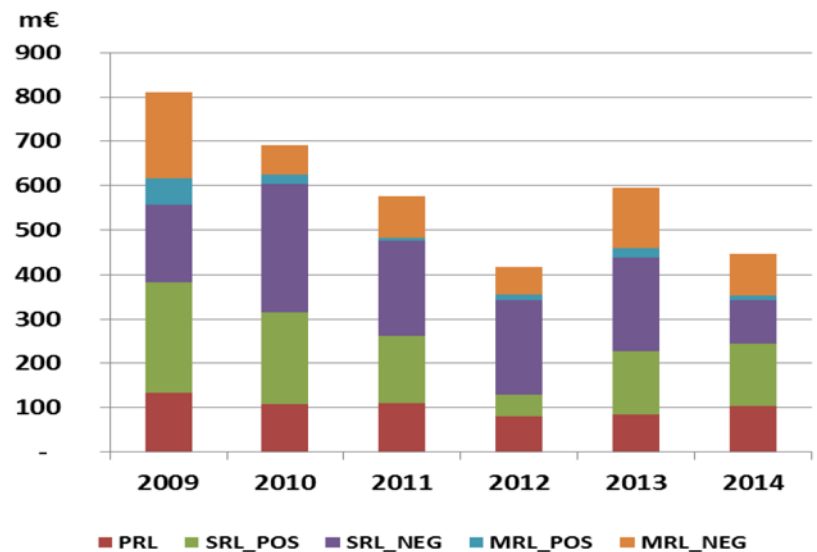
- 2010年5月以降、ドイツのTSO全4事業者がいわゆるGrid Control Cooperation (GCC)を開始し、二次制御の調達と活性化の最適化を図っている
- GCC制度の多くの側面には近隣諸国のTSOも貢献することができ、これはInternational Grid Control Cooperation (IGCC)と呼ばれている



電力バランシングの強化: 電力バランシング要件に対するGCCとIGCCの影響

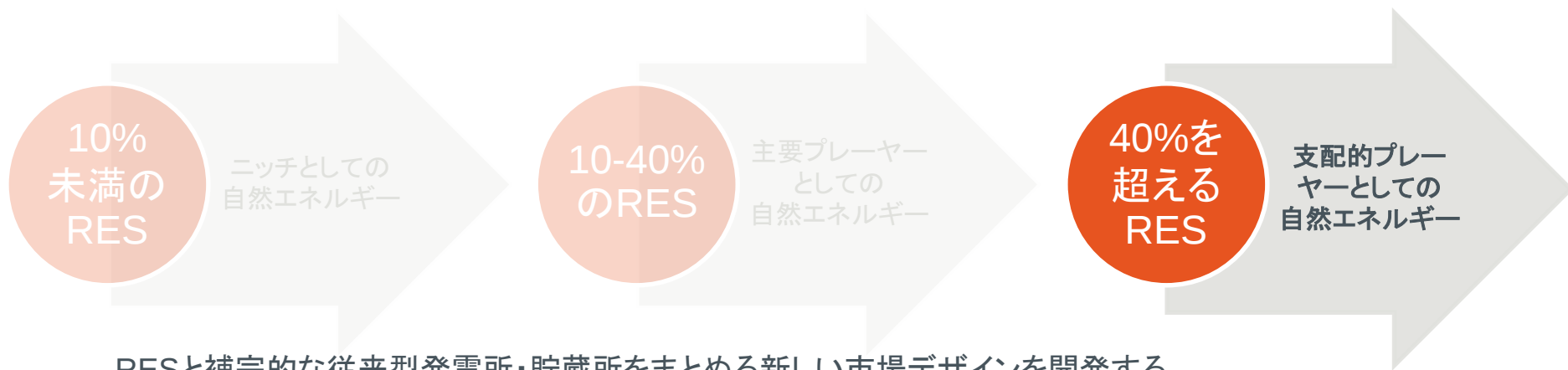


2008年以降、風力と太陽光の導入量は3倍になった。
同時に、SRL要件は20%減少した。



2010年のGCC導入後、費用はほぼ50%減少した。

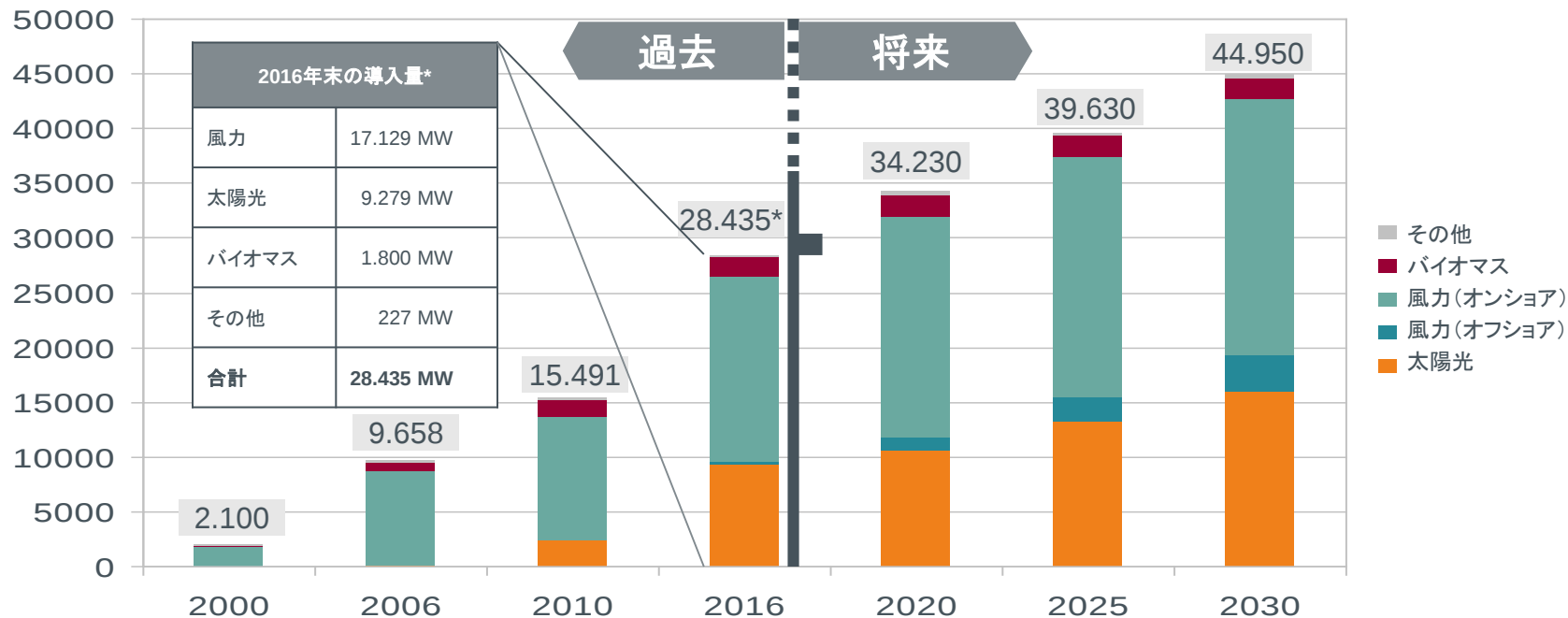
現在の課題と今後の課題



- RESと補完的な従来型発電所・貯蔵所をまとめる新しい市場デザインを開発する
- 緊急時における従来型発電所およびRESの完全な舵取り
- デマンドレスポンスを大幅に発展させる
- TSOとDSOの間のリアルタイムの協力を強化する: データ交換、役割と責任の見直し
- 電力とその他のエネルギーセクターを分野横断的にリンクさせる新しいビジネスモデルを開発する

50ヘルツの系統エリアにおける自然エネルギー：力強い成長が続く見込み

導入量 単位:MW

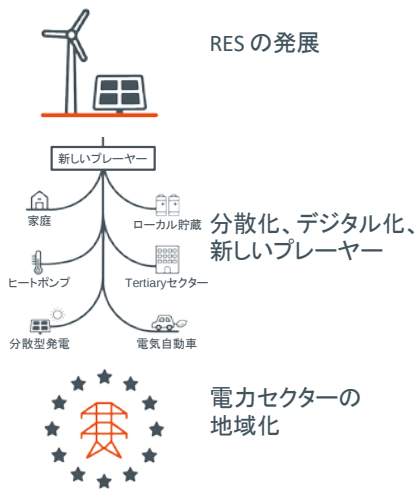


出典:50ヘルツ、2016年12月31日現在 — *暫定値—確定値は2017年8月31日発表予定

さらなる柔軟性が必要：多次元アプローチ

コンテキスト

急速に変化する環境...



系統運用会社への影響

... 課題と機会 ...

柔軟性のニーズ
より重要かつ変化しやすい

柔軟性の源
新しい技術と新しいプレイヤー

必要とされる回答

... 野心的だが現実的なアプローチが必要

「ニーズ」をコントロールし続ける

- バランシンググループ (BRP) の役割の強化
- ダイナミックな「ニーズ」のダイナミックな寸法決定
- 強固な前日および当日市場

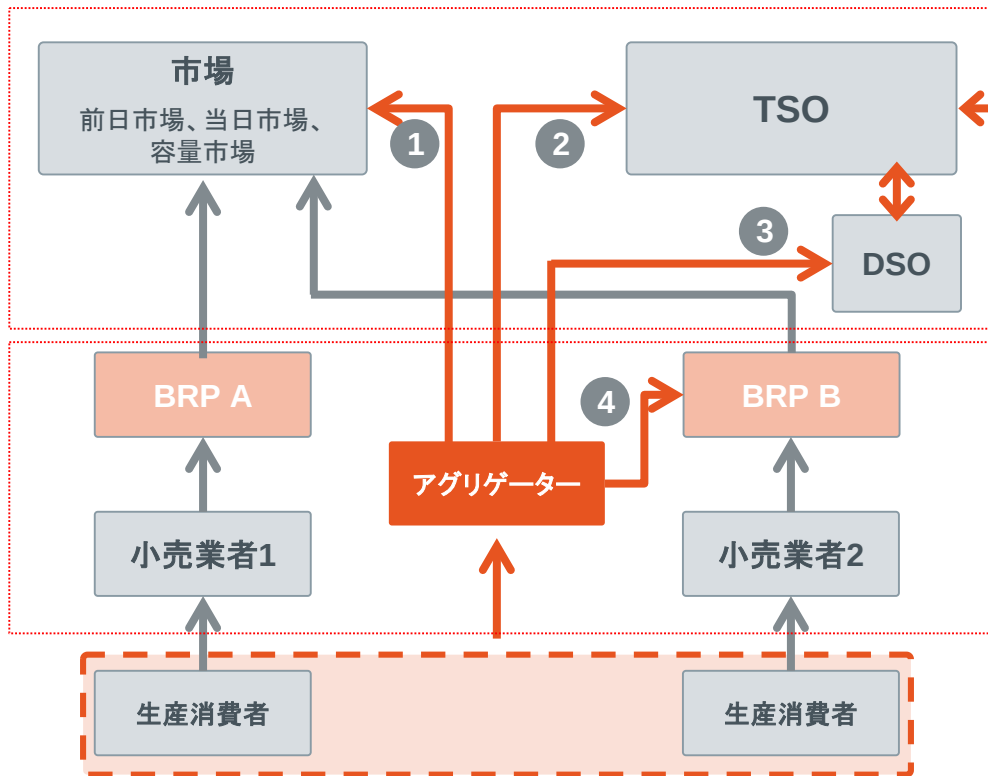
「ニーズ」を効率良くカバーする

- 予備力の共有
- 越境統合
- より短期の調達
- すべてに開かれた市場
 - ✓ すべての技術 (バッテリー、負荷など)
 - ✓ すべてのプレイヤー (独立BSP)
 - ✓ すべての電圧レベル (TSOおよびDSOレベル)

新しいアクターとDSO/TSOのさらなる交流

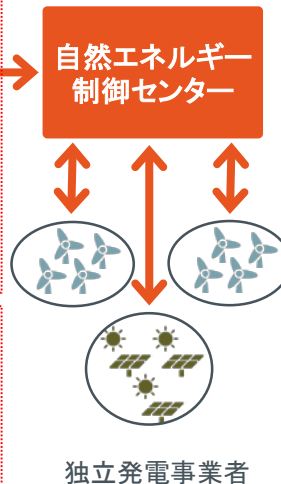
規制分野

商業分野



ビジネスケース: アグリゲーター

- 1) **前日市場価格のピークシェーピング**
価格の低い時間帯に消費を移動することで、顧客はエネルギー費用を抑えることができる。容量市場への参加も収入源となる。
- 2) **TSOへのバランシングサービスの提供**
TSOまたはDSOに接続された需要からさまざまな種類の予備力を調達することができる
- 3) **DSO向けの混雑管理および電圧制御**
柔軟性を活用することで、DSOは電力系統を強化するための投資を回避することができる
- 4) **BRPポートフォリオのバランシング**
BRPはアグリゲーターの柔軟性を活用してポートフォリオのインバランスを是正することができる

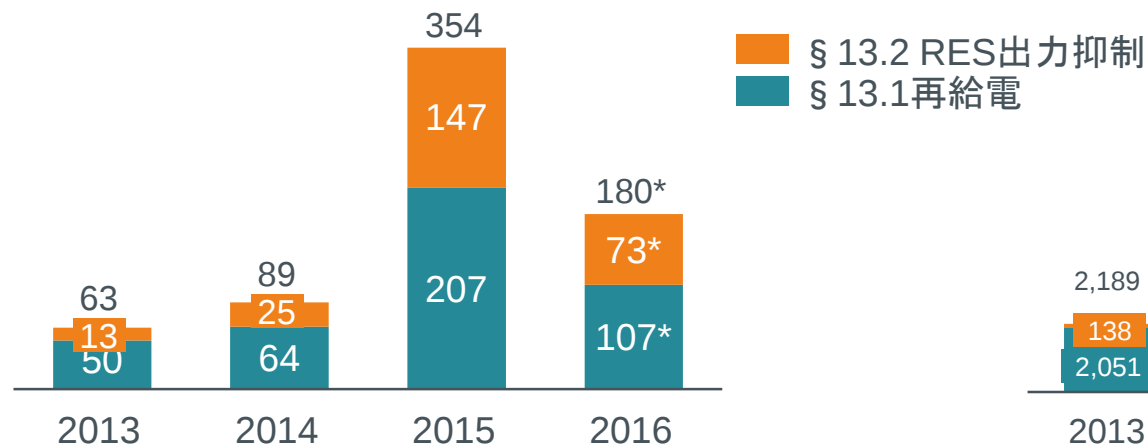


ビジネスケース: RENCC

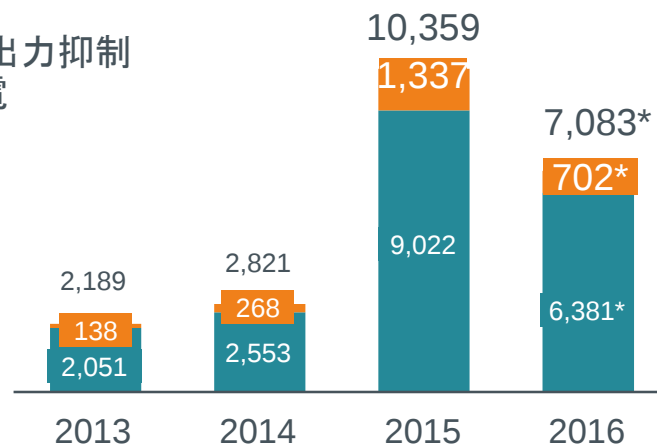
- **TSO向けサービス**
RES発電量の集合予測を提供し、可制御性を提供する
- **RES事業者向けサービス**
接続要件および系統の統合の面で支援する

緊急時における従来型発電所とRESの完全な舵取り 電力システムの安定性:送電線の過負荷を防ぐ介入

給電発電所変更およびRES出力抑制の費用
単位:百万ユーロ



給電発電所変更およびRES出力抑制の量
単位:GWh



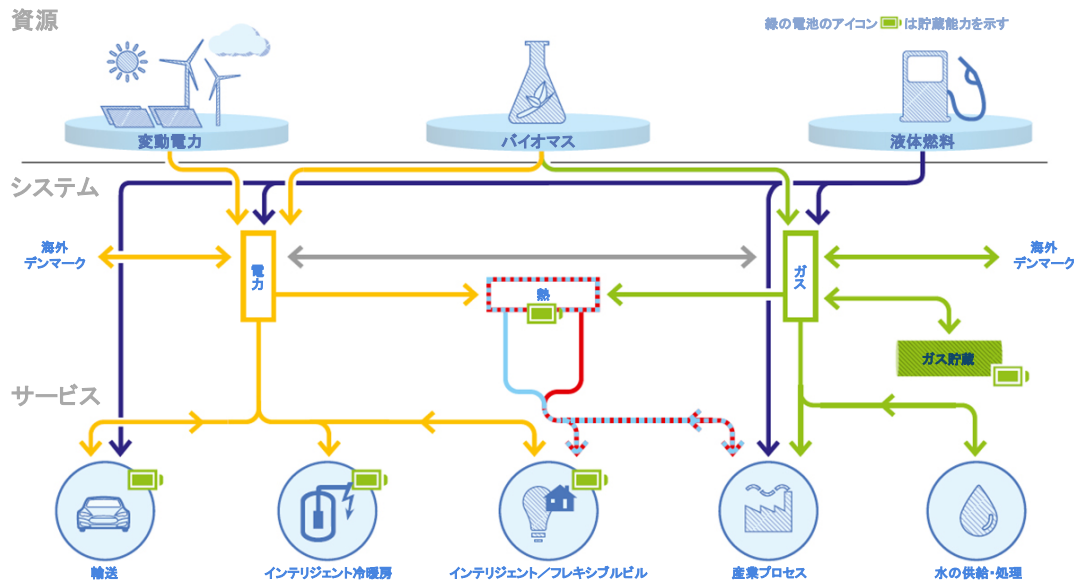
出典:50ヘルツ、2016年12月31日現在(暫定値—確定値は2017年8月31日発表予定)

2016年の給電発電所変更とRES出力抑制の費用は、前年に比べ大幅に減少した

効率性と柔軟性を生かすために統合されたエネルギーセクター

エネルギーシステムの最適化:

- すべてのエネルギーセクターを分野横断的にリンクさせるためのデジタルバックボーンとしての情報通信技術
- ハイブリッドのエネルギーポートフォリオ(電熱負荷、電気自動車など)を管理するアグリゲーター
- さまざまなエネルギーセクターへの統合によるVREの柔軟性の活用
- 多彩なエネルギー貯蔵(バイオマス、液体燃料、水素、熱、電気など)

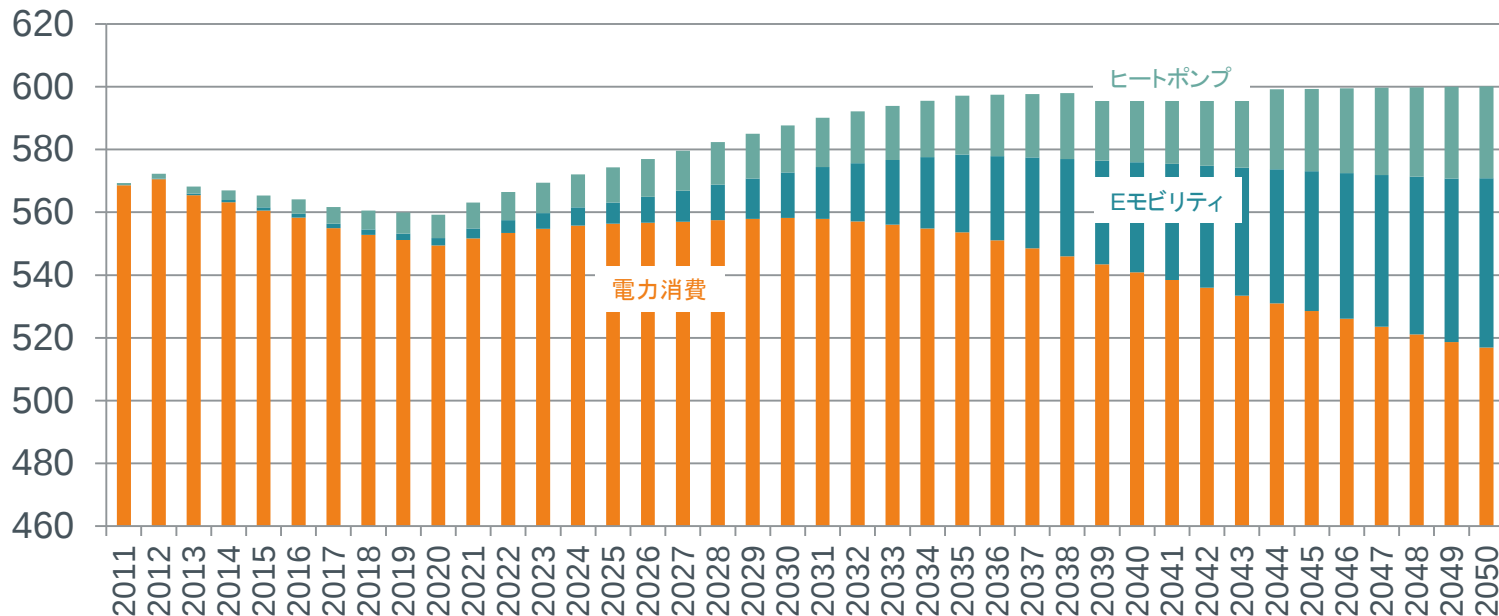


出典: DTU 2015

熱および輸送セクターの電化により、電力消費は長期的に増加する

- 電力消費量は、効率性の改善に関わらず、ヒートポンプと電気自動車の増加によって上昇する

2035年のドイツにおける電力消費量
 (「グリーン」シナリオ) [TWh]



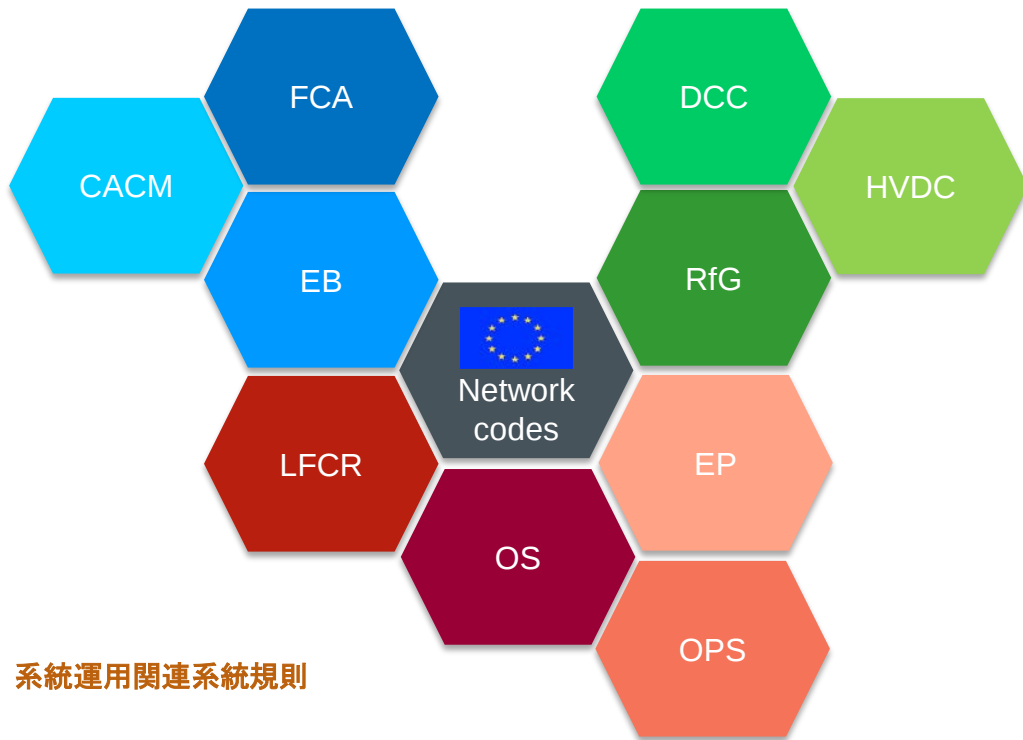
内容

1. 欧州の重要プレーヤー、エリアグループ
2. 変化するEUの状況
3. 自然エネルギー電源の統合における50ヘルツの経験
4. これからの道筋

規制の枠組|EU Network Codes

市場運用関連系統規則

系統接続関連規則



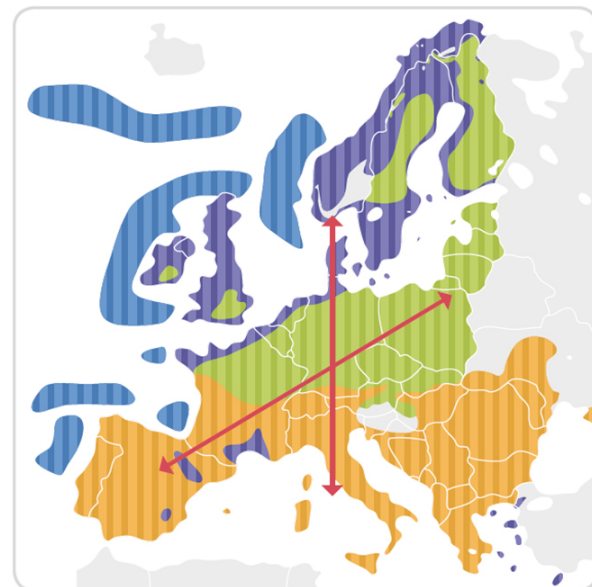
Network Codesは3つの種類に分けられており、EUのエネルギー同盟目標達成に向け、互いに密接に関連しあっている

- エネルギーセクターのある側面に適用される一連の規則
- 規則はACER、ENTSO-E、関連のある関係者によって策定された
- EU全加盟国で法的拘束力を持つ
- したがって、各国の規制／法律と同じ地位を持つ

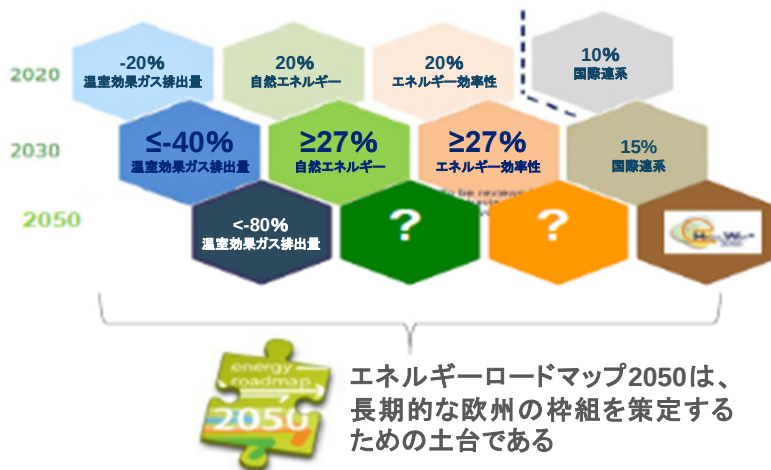
研究とイノベーション|e-highways 2050



2050年に向けた自然エネルギー 電源(RES)の発展



■ 水力発電 ■ 風力発電 → 電力ハイウェイ2050
■ バイオ発電 ■ 太陽光発電

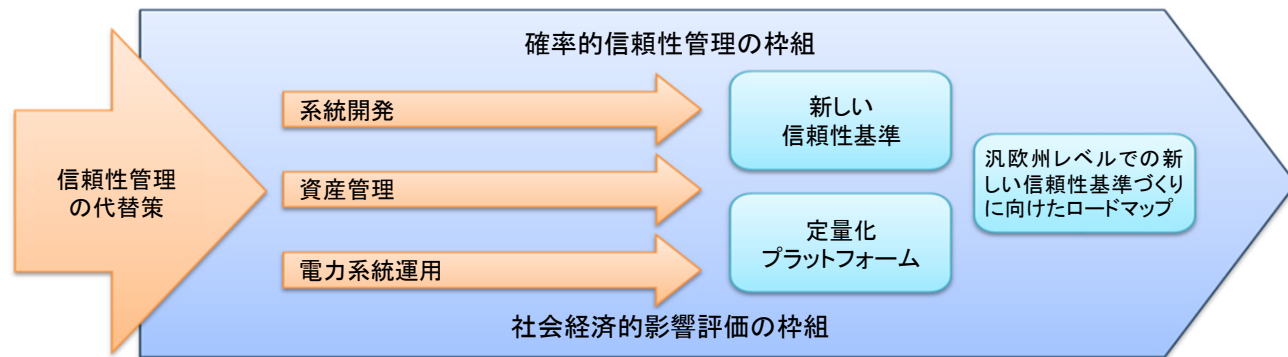


エネルギーロードマップ2050は、
長期的な欧州の枠組を策定する
ための土台である

<http://www.e-highway2050.eu/>

「EU電力ハイウェイの計画により、信頼できる自然エネルギー電力
の供給と、汎欧州の市場統合を保証する」

研究とイノベーション|GARPUR



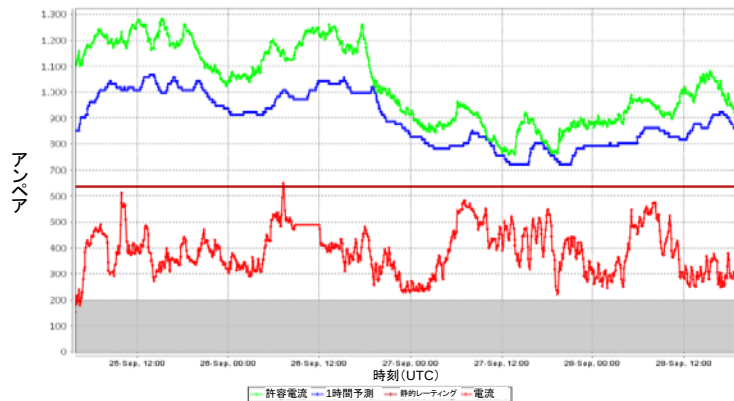
<http://www.garpur-project.eu/>



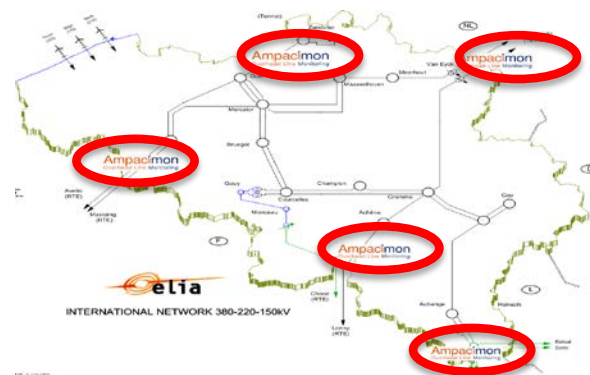
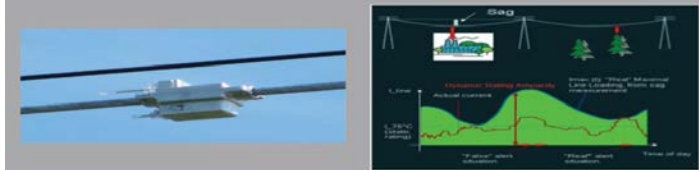
マルチタイムの水平的意思決定で、不確実性が増した状況でも社会福祉を最大化し最大の信頼性を確保する

技術イノベーション|ダイナミックラインレーティング DLR

送電線許容電流と予測—エリア_150.15送電線
期間:2012年9月1日T00:00:00.000Z~2012年9月30日T00:00:00.000Z



リアルタイム監視用AMPACIMON



送電線		許容電流 平均利得率	許容電流利得率 P90	許容電流利得率 P95
380.11.V	Herderen-Van Eyck	+ 43%	+ 30%	+ 25%
380.23	Meerhout-Van Eyck	+ 47%	+ 30%	+ 25%
380.25	Doel-Zandvliet	+ 106%	+ 74%	+ 68%
380.19	Achene-Lonny	+ 42%	+ 25%	+ 20%
380.80	Avelgem-Avelin	+ 44%	+ 27%	+ 22%

これからの道筋 まとめ

調和された Network Codes

目的のネットワークに
フィットするインフラ

系統運用が調整された
スキームの実現

巧みに設計された
汎欧州市場の実現

主要プレイヤー としてのRES

完全に市場に統合され
た新しいアクター

TSOおよびDSO間での
リアルタイムの調整

細粒度での可観測性、
可制御性の改善

研究と イノベーション

RESの普及率を生かす
ための柔軟性

革新的な送配電
ソリューション

信頼性管理とネットワー
ク運用の新しい哲学

ご清聴ありがとうございました

Dr. Aymen Chaouachi

Elia Grid International

Rue Joseph Stevens 7 Joseph Stevensstraat
1000 Brussels – Belgium
Tel. +32 2 204 38 11
Fax +32 2 204 38 10

Heidestraße 2
10557 Berlin – Germany
Tel. +49 30 5150 37 11
Fax +49 30 5150 37 10

www.eliagrid-int.com
Sapporo, 19th May 2017
An Elia Group company