
日米EUにおけるマイクログリッドの状況 および コアグリッドとマイクログリッドの接続要件の調査

2025年2月4日

**慶應義塾大学
手塚 悟**

1.目的

2.米国の状況

3.EUの状況

4.今後の展開

1. 目的

● ミクログリッドでは、需給調整の為の情報の送受信にリスク

- 基幹系統や需要地系統は、電力会社の資産であり、電力会社が死守する
- ミクログリッドは、電力会社が把握できていない機器から構成

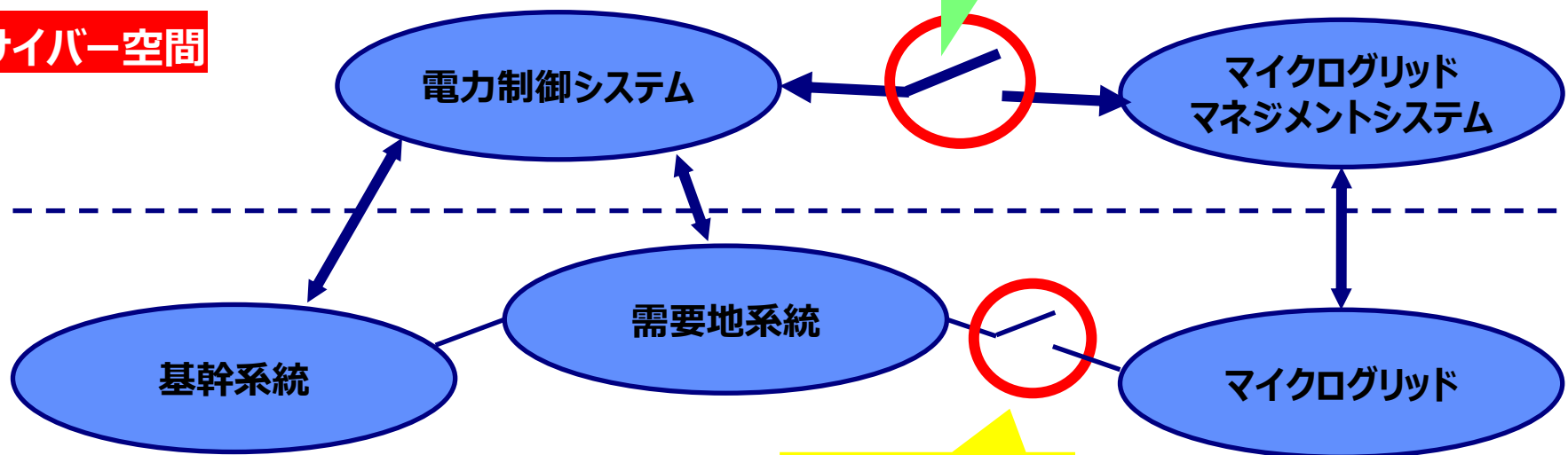
電力会社にミクログリッドをつなぐ必要が出てきた



課題：電力会社の運用管理が及ばないミクログリッドのトラストをどう制御するか

- 電力制御システムが、ミクログリッドマネジメントシステムを接続するためのデータの条件
- 判断するためのデータのなりすまし・改ざんを防ぐ

サイバー空間



フィジカル空間

接続する／しない



1. 目的

- 課題：電力会社の運用管理が及ばないマイクログリッドのトラストをどう制御するか
 - マイクログリッドの機器
 - 太陽光パネル
 - EV車
 - 蓄電池
 - ヒートポンプ
 - DMS
 - DERMS
 - マイクログリッドのデータ
 - 電源構成
 - 需給調整
 - 混雑管理
 - 電圧管理
 - 電力取引
- 解決策：
 - 電力制御システムが、マイクログリッドマネジメントシステムを接続するための機器・データの条件
 - 判断するための機器・データのなりすまし・改ざんを防ぐ

目次

1. 目的

2. 米国の状況

3. EUの状況

4. 今後の展開

2. 米国の状況

●目的

- 電力がマイクログリッドをつなげるにあたり、どういう条件であればマイクログリッドをつなぐことができるのか
- 米国の状況を調査する

●内容

- 米国制度の調査：DoE/CESER, DHS/CISA

●結果

- 米国には、マイクログリッドの接続クライテリアが見当たらない
- マイクログリッドの接続条件の整理
- 条件に合う、システム、オペレーション、機器の機能の洗い出し必要

2. 米国の状況

● 米国の電力状況

電力規模

設備例

電力線の地図

0.1-2 kW

- ☐ Residential Loads served at 110 V
 - ☐ Hairdryers (1.5 kW)
 - ☐ Kitchen Appliances

3-19 kW

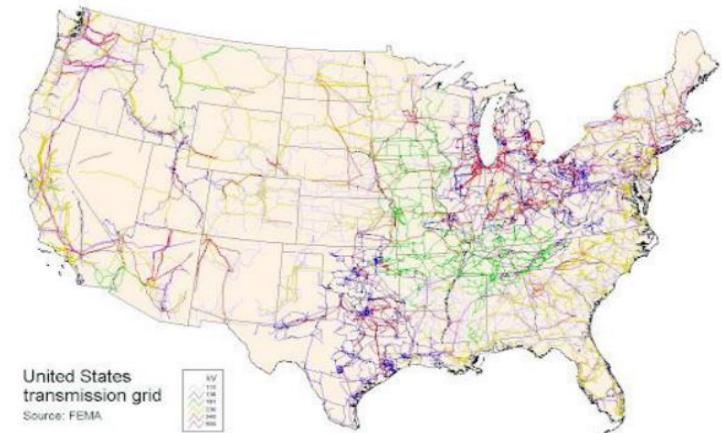
- ☐ Residential Loads served at 220 V
 - ☐ Washer/Dryer
 - ☐ Water heater
 - ☐ EV charger

50-350 kW

- ☐ Small Office Buildings served at 480V
 - ☐ Typical commercial shops
 - ☐ Small hospital/dental clinics

1+ MW

- ☐ Commercial Buildings/Campuses served at 3.3kV or above
 - ☐ Downtown/Commercial Buildings
 - ☐ Typical high-riser building
 - ☐ Retail Mega Center



The US Bulk Electric Grid
HVAC and HVDC Transmission
Complex Business Models
3 Major Interconnections
Several Independent System Operators

10MW以上

NERC CIPによる規制

マイクログリッド

コアグリッド

2. 米国の状況

● DOE/CESER、INLの調査結果

● 制度面

- マイクログリッド間の相互接続要件に関する基準がない

● 技術・運営面

- マイクログリッドのトラストを実現するには、制御システム間のネットワーク接続に際し、ゼロトラストのコンセプトと、PKI技術の活用が必須

● 今後の対応

- 米国のDOE/CESER、INLと、日本の慶應義塾大で協力し、接続要件を検討



Puesh Kumar, Director, Office of Cybersecurity, Energy Security, and Emergency Response (CESER), U.S. Department of Energy

2. 米国の状況

● DHS、CISAの調査結果

● 制度面

- ユーティリティ(電力、通信、鉄道、金融、医療、水等のライフライン)の接続要件はある中で、電力マイクログリッドの接続要件に関する基準がない

● 技術・運用面

- サプライチェーンのトラストを実現するには、制御システム間のネットワーク接続に際し、ゼロトラストのコンセプトと、PKI技術の活用が必須

● 今後の対応

- サプライチェーンのトラストを実現するための接続要件の検討が必要



Matthew Rogers,
CISA ICS Expert

2. 米国の状況

- 2024年10月30日に慶應開催の第14回サイバーセキュリティ国際シンポジウムで、DoE CESER の Puesh Kumar 所長が我が国ではじめて講演した



- 講演内容
 - 分散型発電は、新たな市場プレーヤーや高度な通信ネットワークによって進化するエネルギー分野
 - Virtual Power Plant (VPP)は、バックエンド業務にクラウドインフラを利用
 - セキュリティ・バイ・デザインと、セキュリティ・バイ・オペレーションが必要
 - ISA/IEC 62443、NISTサイバーセキュリティ・フレームワークは、極めて重要

目次

1.目的

2.米国の状況

3.EUの状況

4.今後の展開

3. EUの状況

●目的

- 電力がマイクログリッドをつなげるにあたり、どういう条件であればマイクログリッドをつなぐことができるのか
- EUの状況を調査する

●内容

- EU制度の調査：ACER, ENISA

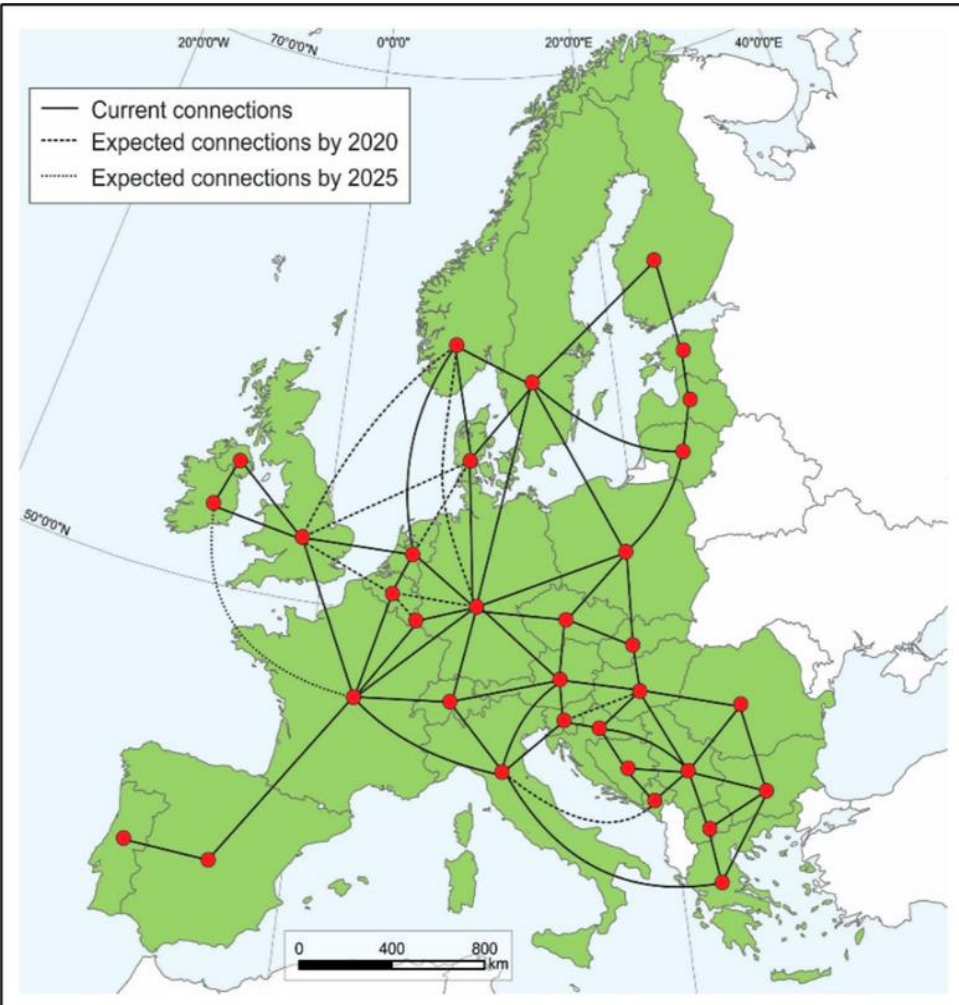
●結果

- EUには、マイクログリッドの接続クライテリアが見当たらない
- マイクログリッドの接続条件の整理
- 条件に合う、システム、オペレーション、機器の機能の洗い出し必要

3. EUの状況

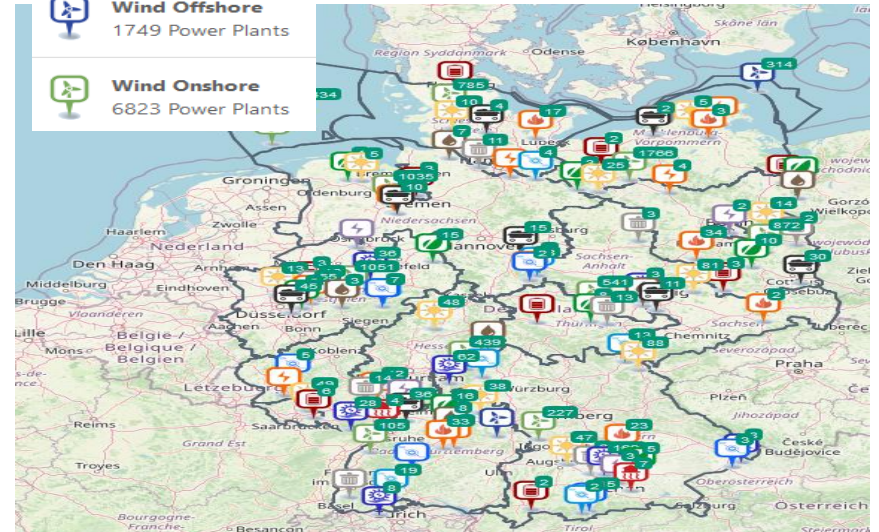
● EUの電力状況

EUのクロスボーダー状況



ドイツの状況

Renewable	Non-Renewable / Fossil	Storage
Biomass 70 Power Plants	Coal 157 Power Plants	Battery storage 22 Power Plants
Geothermal 11 Power Plants	Gas 241 Power Plants	Pumped Storage 47 Power Plants
Run of the River 314 Power Plants	Oil 26 Power Plants	Other
Solar 423 Power Plants	Other fossil 10 Power Plants	Other 7 Power Plants
Water Reservoir 33 Power Plants	Waste 67 Power Plants	
Wind Offshore 1749 Power Plants		
Wind Onshore 6823 Power Plants		



3. EUの状況

● Fraunhofer/SITの調査結果

● 制度面

- EUにおける国境を越えたセキュリティ要件は、電力マイクログリッドにも適用される
NCCS: Network Code on Cybersecurity
- マイクログリッド間の相互接続要件に関する基準はない

● 技術・運営面

- マイクログリッドのトラストを実現するには、制御システム間のネットワーク接続に際し、ゼロトラストのコンセプトと、リモートアテステーション技術の活用が必須

● 今後の対応

- 欧州のFraunhoferと、日本の慶應義塾大で協力し、接続要件を検討



ドイツ、ダルムシュタットの
Fraunhofer/SITの概観

1. 目的

2. 米国の状況

3. EUの状況

4. 今後の展開

4. 今後の展開

- 米国、EUの調査結果から、下記のような進め方が必要

- 電力制御システムとマイクログリッドマネジメントシステムの接続に、ISA/IEC 62443を活用したマイクログリッドの安全確保が必要



- ゼロトラストのコンセプトと、リモートアテスト技術の活用が必須



- コア技術として、PKIが必要



- リモートアテストは、マイクログリッドのHWとSWを遠隔から検証可能



- マイクログリッドの基準作成が必要



- JP-US-EUによるマイクログリッドの基準作成を推進

4. 今後の展開

- マイクログリッド(黄)は、配電システム(緑)とDERアグリゲーション(青)に接続
- 2カ所の接続点(2つの赤丸)における接続要件の検討が必要

