

令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等 事業(デマンドリスポンスの普及拡大に資する 機器に関する調査事業) 報告書

MRI 三菱総合研究所

2025.3.31

エネルギー・サステナビリティ事業本部
先進技術・セキュリティ事業本部

目次

I. 本調査の目的と位置付け	.. 3
II. 国内におけるDRに関する機器の現状・課題	.. 5
III. 諸外国におけるDRの制度の検討状況	.. 24
IV. 機器のDRreadyに必要な要件の検討に係るその他の動向調査	..117
V. 機器のDRreadyに必要な要件の方向性	..139
VI. 機器のDRreadyの効果	..144
VII. DRready勉強会の開催	..162

仕様項目(1)
電気の需要の最適化に関する調査

II. 国内におけるDRに関する機器の現状・課題
III. 諸外国におけるDRの制度の検討状況
IV. 機器のDRreadyに必要な要件の検討に係るその他の動向調査

仕様項目(2)
電気の需要の最適化に関する分析・検討

V. 機器のDRreadyに必要な要件の方向性
VI. 機器のDRreadyの効果

仕様項目(3)
勉強会の開催・運営

VII. DRready勉強会の開催

I. 本調査の目的と位置付け

本調査の目的と方向性

- 仕様書を踏まえ、DRready要件の策定に向けた情報提供・合意形成支援を行った。

目的

ヒートポンプ給湯機等を中心に、電気需要の最適化に資する機器等のDRreadyの要件のあり方について、現状の仕組みや課題、諸外国の規制の状況を踏まえて要件と効果を整理し合意形成を図る。

<仕様書より抜粋>

- (1)再エネを中心とした分散型社会の更なる発展や蓄電池等の分散型エネルギーリソース(DER)も活用した電力システムの効率化・強靱化が重要。2022年度から電気事業法上に特定卸供給事業者(アグリゲーター)と位置付けたライセンス制度が開始された。また、2022年に省エネ法改正により、非化石エネルギーへの転換や電気の需要の最適化についての措置が新設された。
- (2)さらに、省エネ小委において、電気需要最適化に資するデマンドリスポンス(DR)や住宅等に設置される様々なリソースに遠隔制御機能等が標準的に具備される(DRready)ための議論が進められてきた。トップランナー制度を参考に、DRreadyについての制度検討が行われている。
- (3)本事業では、機器のDRready機能のあり方や法制度に関し、調査・分析及び必要な情報収集や整理等を行う。

仕様書に記載された内容の整理

背景	課題・取組	調査の方向性
● 再エネを中心とした分散型社会の更なる発展や蓄電池等の分散型エネルギーリソース(DER)も活用した電力システムの効率化・強靱化が重要。 ● 連動して我が国の政策変更も進展	● 電気需要の最適化に向けて機器のDRready機能要件を定める必要があるが、既設機器含めて必ずしもDRに必要な機能を具備していない。 ● 諸外国の状況も踏まえた取り組みが不可欠。	● DRready機器要件の策定 ● 既設機器を含めた電気需要最適化によるCNに向けた再エネの導入拡大 ● DERを活用した効率かつ強靱な電力システムの構築

Ⅱ. 国内におけるDRに関する機器の現状・課題

- ヒートポンプ給湯機
- ハイブリッド給湯機
- 家庭用蓄電池

ヒートポンプ給湯機のDR制御の現状(1/2)

- 過去調査における主要ヒートポンプ給湯機メーカー6社に対するヒアリングから、基本情報(製品概要、通信仕様、制御方式)、販売台数、導入・運用コスト、運用想定について、以下が分かっている。

製品概要、通信仕様、制御方式	・ HEMS経由の制御は6社とも対応可能。いずれもECHONET Lite接続を採用している。 ・ 機器メーカーサーバ経由の制御は5社で対応可能。いずれも独自プロトコルを採用している。
販売台数(実績)	・ 2022年度までの累計販売台数は、HEMS接続・IoT接続とも可能な機種が93万台、HEMS接続のみ可能な機種が152万台である(ヒアリング対象メーカー6社合計)。 ・ DR接続台数は販売台数の数%程度である。HEMS接続台数よりもIoT接続台数の方が多い。
販売台数(将来)	・ 各社の2030年度の累積台数は2022年度までの実績の1.3～8倍に増加する見込みである。 ・ 各社ともDR接続台数を増やす意向である。
導入・運用コスト	・ 本体は70万円～150万円程度、リモコンは2～7万円程度である。 ・ DR実施等の付加機能を使うためには、機器メーカーサーバ経由の制御の場合、無線LANアダプタが必要であり、リモコン価格が0.5～2.5万円程度大きくなる(リモコン内蔵型の場合)。 ・ HEMS経由の制御の場合、HEMS(8～9万円程度)とHEMSアダプタ(2～3.5万円程度)の設置が必要である。顧客にとってHEMSの導入費用が高いことがHEMS導入の障壁となっており、HEMSを必要としないメーカーの自社クラウド・アプリによる制御の方が普及しつつあるのが実態である。 ・ ただし、価格はいずれもメーカー希望小売価格のため、実際の販売価格とは異なる。
運用想定	・ 中間期は消費電力0.87～1.1kW(平均0.99kW)、稼働時間4～8時間の稼働が想定されている。 ・ 中間期と比べ、夏期は小さな消費電力(平均0.89kW)で同程度か短い時間(0.6倍程度)、冬期は大きな消費電力(平均1.3kW)で同程度か長い時間(1.2倍程度)の稼働が想定されている。 ・ 稼働シフトにより、DR容量(ヒートポンプの場合はシフトできるので消費電力に相当)×2～4時間程度のDRが可能である。

出所)経済産業省, “令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(トップランナー制度等の見直しに向けた調査等)報告書”, 閲覧日:2025年3月17日,
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2023FY/000411.pdf より三菱総研作成

ヒートポンプ給湯機のDR制御の現状(2/2)

- 前頁と同じ過去調査において、HEMSとの接続性、通信規格、活用リソース、アグリゲーターとの連携可能性、その他DR制御の課題について、以下の意見が得られている。

HEMSとの接続性		・ 全メーカーECHONET Liteを介した接続を採用しており、接続自体の技術的課題は小さい。 ・ 異なるメーカー製のHEMSと接続する場合、ECHONET Liteに対応していても、機器メーカーごとに異なる仕様(例:特定の時間には指示を受けられない)があるため、HEMSの仕様を調整する必要がある。 ・ 接続できる場合でも、各メーカーが独自に出している自社製品向けのサービス(例:天気予報連動)と連携可能なケースは限られている。
通信規格		・ 各社とも通信規格の標準化には前向きである。全メーカーECHONET Liteに対応している。 ・ 部分的にメーカー独自のプロトコルを採用し、他社との差別化を行うメーカーも見られた。 ・ 国際展開可能な標準を志向する声、ニーズに合わせ新たなプロトコルを採用する声、標準において求められる通信内容とメーカーの仕様のバランスが取れる規格を志向する声を確認された。
アグリゲーターとの連携可能性		・ アグリゲーターによる直接制御はWeb APIに加え、個々の機器を特定するためのID連携が必要であるためハードルが高く、機器メーカーサーバかHEMS経由の制御が現実的である。 ・ 特定計量制度への準拠は、今後対応することを検討中の1社を除き、現時点では検討していない。 ・ 機器側制御や利用状況との協調、制御指令の単位や頻度の設定、コスト増加が課題である。
その他DR制御の課題	電気料金メニューの制約	・ 電気料金メニュー契約上の制約(主に夜間蓄熱制約※1)によりDR可能量やDR時間に制約がある点、電気料金メニュー次第で需要家のメリットが小さい点が課題である。
	ユーザの行動が必要	・ ユーザによるDR許可やアプリダウンロードが必要なため、ユーザの行動を促すことが必要である。
	機器側の制御との協調	・ 機器側の制御との協調や、利用状況に応じた制御が必要な点が課題である。

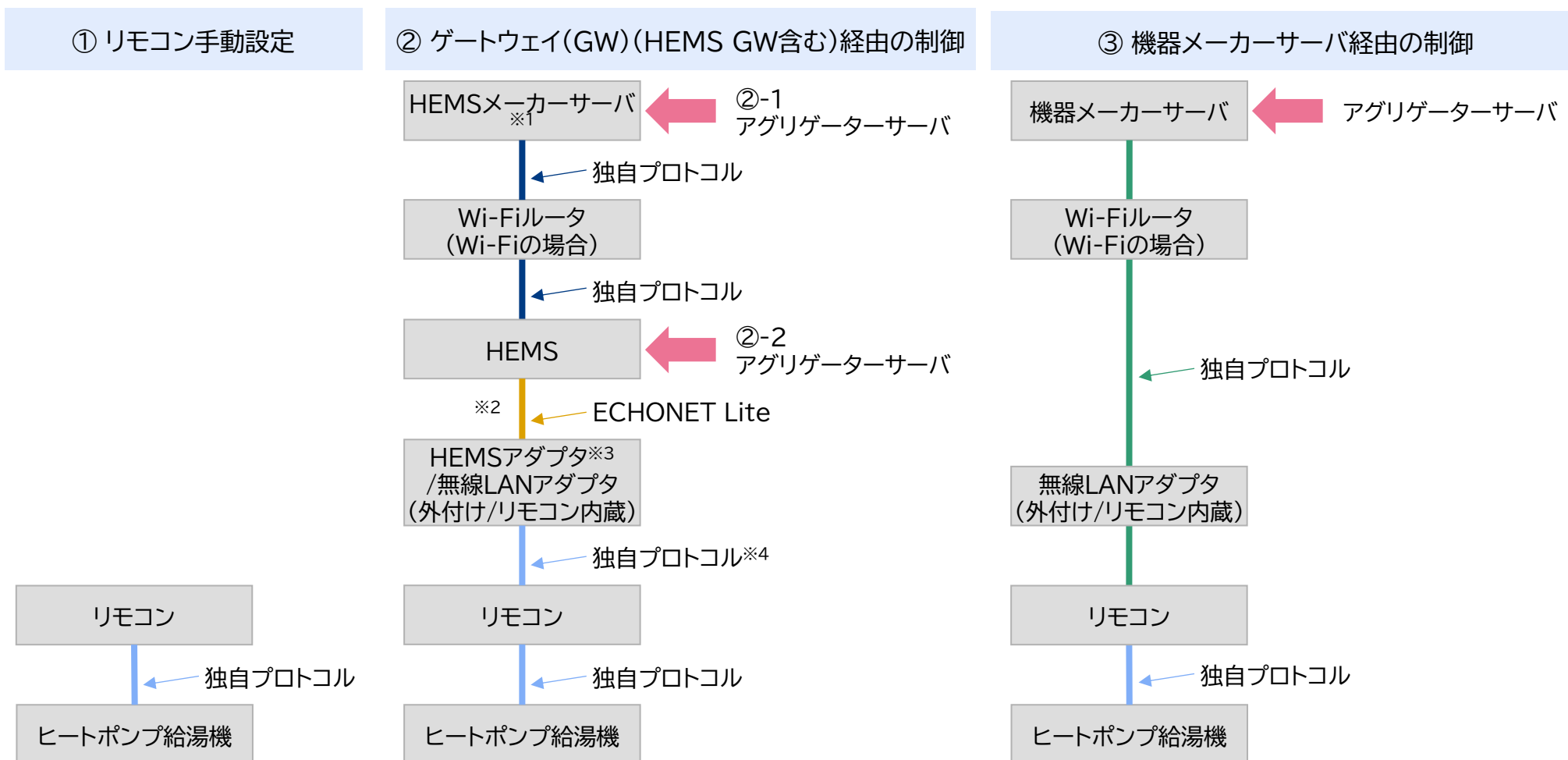
※1 夜間蓄熱式機器を使用し、主に夜間に沸き上げを行うこととする電気料金メニュー加入の条件

(詳細は、経済産業省, “第44回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 資料1 ヒートポンプのDR対応について”, 閲覧日:2024年4月2日, https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/044_01_00.pdf 参照)。

出所)経済産業省, “令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(トップランナー制度等の見直しに向けた調査等)報告書”, 閲覧日:2025年3月17日, https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2023FY/000411.pdf より三菱総研作成

ヒートポンプ給湯機のDR制御の仕組み

- 前頁と同じ過去調査から、ヒートポンプのDR制御は、主に3つのパターンで行われることが分かっている。
- このうち、外部からのDR制御が可能なのは、②と③の2つのパターンである。



※1 ハウスメーカーサーバの場合もある(その場合はWi-Fiルータに加えハウスメーカーのゲートウェイが宅内に設置される)。

※2 厳密には、HEMSとHEMSアダプタの間の通信もWi-Fiルータを介する。 ※3 HEMSアダプタとヒートポンプ給湯機の間を、リモコンなしで有線接続するパターンも見られた。

※4 ECHONET Lite通信ミドルウェア仕様を採用するメーカーも見られる。

機器メーカーサーバ/GW経由で外部制御可能なポテンシャルを有するHP給湯機

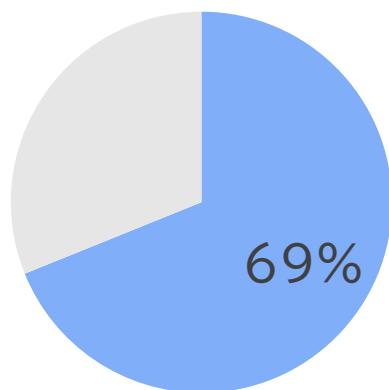
- 家庭用ヒートポンプ給湯機メーカー9社に対し、2023年度のヒートポンプ給湯機の出荷台数および、出荷台数に占める外部制御可能なポテンシャルを有するヒートポンプ給湯機等について、アンケート調査※1を実施した。
- 2023年度のヒートポンプ給湯機出荷台数(約61万2千台)のうち、機器メーカーサーバに接続可能であり※2、かつ当該機器メーカーサーバが外部接続のインターフェースを搭載している※3ものをDRサービサー(小売電気事業者、アグリゲーター)等のサーバから制御できるポテンシャルを有するものとして、割合を推計すると69%。
- 同様に、ECHONET Liteに準拠しているものを、GW経由で外部制御できるポテンシャルを有するものとして、割合を推計すると97%。

※1 令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(ディマンドリスパンスの普及拡大に資する機器に関する調査事業)の一環として、三菱総合研究所が「家庭用ヒートポンプ給湯機に関するデータ提供依頼」として実施したもの。調査対象は日冷工自主統計参加メーカー、2023年度末時点でヒートポンプ給湯機を自社ブランドとして販売していることが確認できたメーカー9社。

※2 機器メーカーサーバに接続するために、無線LANアダプタ付リモコンや外付け無線LANアダプタ等の付属機器を別途購入が必要な場合も含む。

※3 実際に機器メーカーサーバにDRサービサーのサーバと連携している割合ではなく、連携するためのインターフェースを搭載している割合を指す。なお、実際にDRサービサーのサーバと連携するためには、インターフェース間の連携が必要となる他、DR制御の粒度次第では、メーカーサーバ側の機能拡張や機器側の対応が必要。

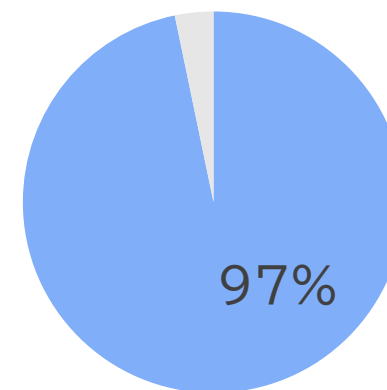
機器メーカーサーバ経由での外部制御可能なポテンシャルを有するHP給湯機の割合



機器メーカーサーバ経由で外部制御可能なポテンシャルを有するHP給湯機の割合※

※DRサービサー等のサーバと連携するためのインターフェースを搭載している割合

GW経由で外部制御可能なポテンシャルを有するHP給湯機の割合



GW経由で外部制御可能なポテンシャルを有するHP給湯機の割合※

※ECHONET Liteに準拠している割合

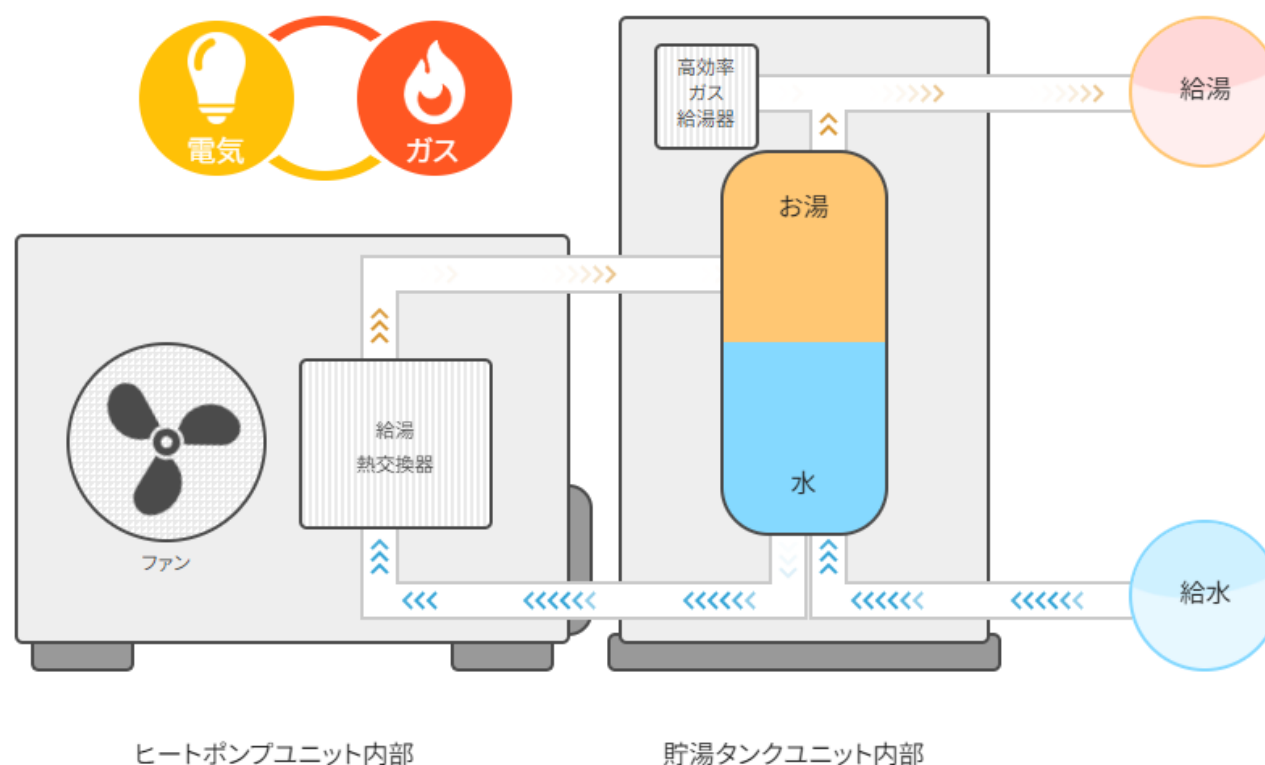
Ⅱ. 国内におけるDRに関する機器の現状・課題

- ヒートポンプ給湯機
- ハイブリッド給湯機
- 家庭用蓄電池

ハイブリッド給湯機 | 機器概要

- 高効率ガス給湯器、電気式ヒートポンプ、貯湯タンクの3つのユニットで構成される。
- 通常は、電気式ヒートポンプで加熱した一定量の湯を貯湯タンクに貯めておき使用する。
- タンクの湯を使い切った際は、バックアップとして高効率ガス給湯器に運転を切替え必要な湯を瞬時に供給する。

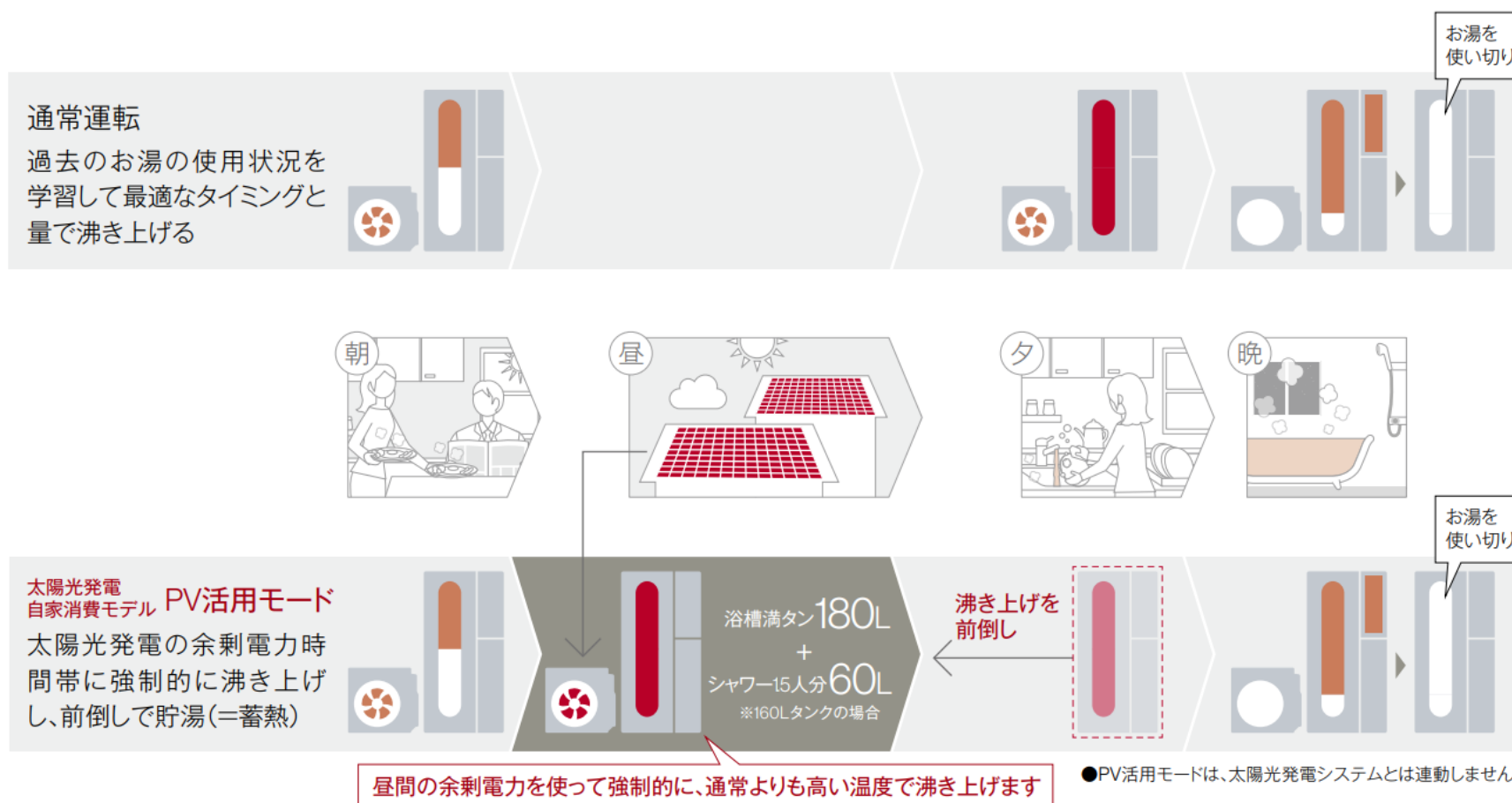
ハイブリッド給湯機の機器構成



ハイブリッド給湯機 | 標準的な使われ方(モード)

- 通常運転モードとPV活用モードがある。
- 通常運転モードでは、過去の湯の使用パターンを学習し、湯の使用が予測される時間の直前に貯湯を開始する。
- PV活用モードでは、PVの余剰電力が発生する時間帯に夕方に沸き上げていた分を前倒して沸き上げる。

ハイブリッド給湯機の運転モード

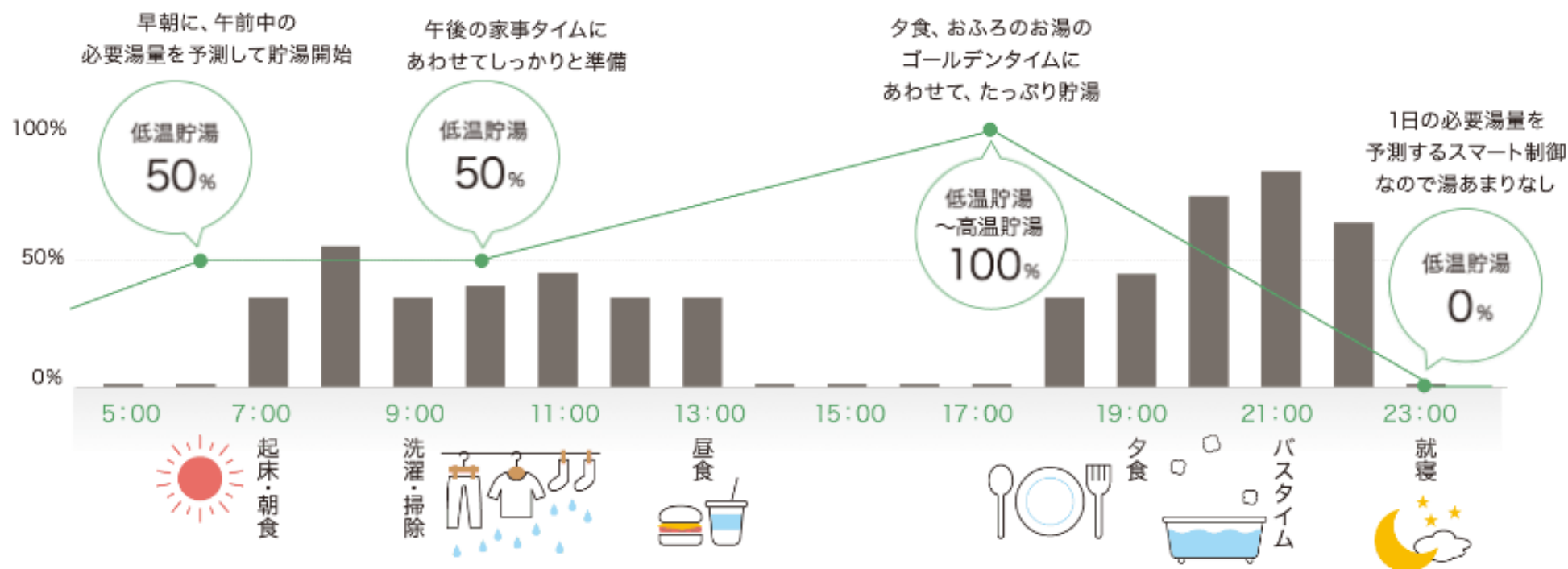


ハイブリッド給湯機 | 標準的な使われ方(1日の運転パターン)

- 季節、曜日、時間に応じた使用パターンを記憶・蓄積することで、日々の使用パターンを学習する。
- 学習結果から最も効率の良い貯湯タイミングと必要な湯量を予測し、費用最適な稼働を行う。

ハイブリッド給湯機の1日の運用パターン

〈1日の運転パターンのイメージ〉お湯を使う直前に予測して必要分だけ貯湯します。 ■ お湯の使用量 — 貯湯タンクのおこき



出所) ノーリツ, “ハイブリッド給湯システム(ハイブリッド給湯機)の特徴”, 閲覧日: 2024年7月30日,
https://www.noritz.co.jp/product/kyutou_bath/hybrid/trait.html

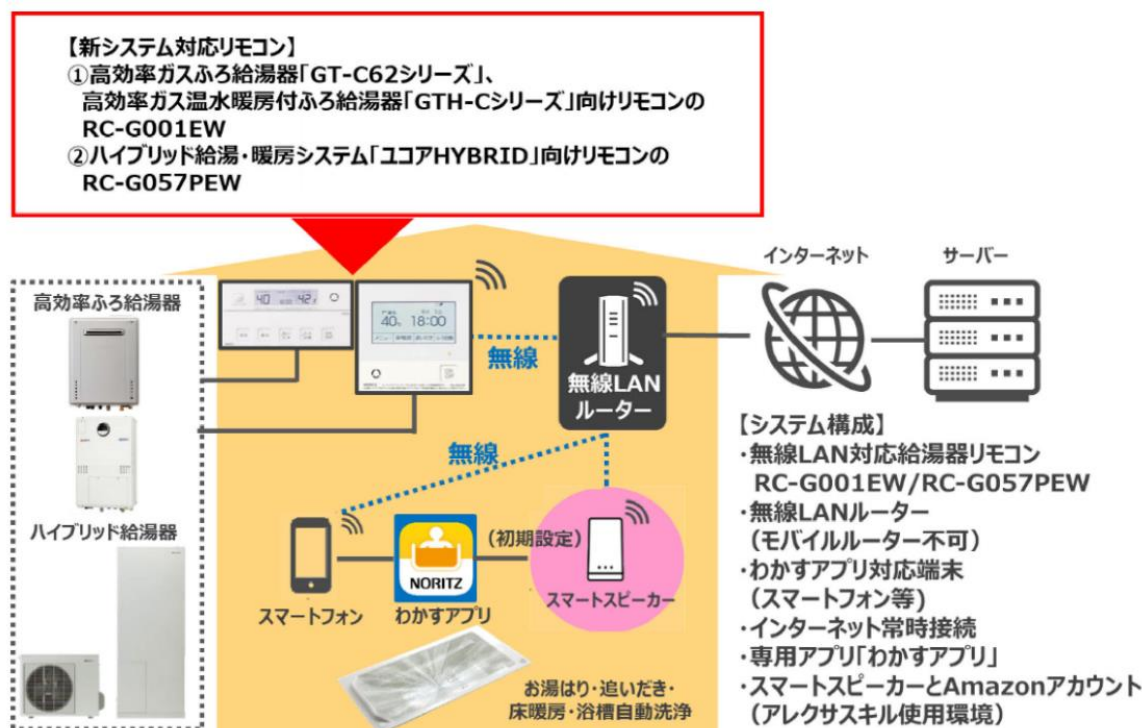
ハイブリッド給湯機 | インターネット接続状況・DR制御可能性

- 現在販売中の主要2社の全最新機種※1が自社サーバを介したアプリでの制御、HEMSを介した制御の両方に対応。
- 自社サーバを介した制御では、スマートフォン、スマートスピーカー(Amazon ECHO、Google Home等)と無線LANで接続することで、主にリモコン操作に相当する操作を遠隔で実施可能である(DR制御は非対応)。
- HEMSを介した制御では、DR制御を含むHEMSの提供する制御に対応可能※2。

※1 2024年7月30日時点

※2 ECHONET Lite(ハイブリッド給湯機・HEMSコントロール間)に準拠

インターネット接続時のシステム構成イメージ



自社サーバを介した接続で提供している主な遠隔制御機能

リモコン電源ON/OFF

ふろ操作自動運転ON/OFF

追い炊きON/OFF

ふろ予約ON/OFF/設定変更

給湯設定温度確認

ふろ設定温度確認

給湯機使用状況把握

入浴推奨時間の通知

Ⅱ. 国内におけるDRに関する機器の現状・課題

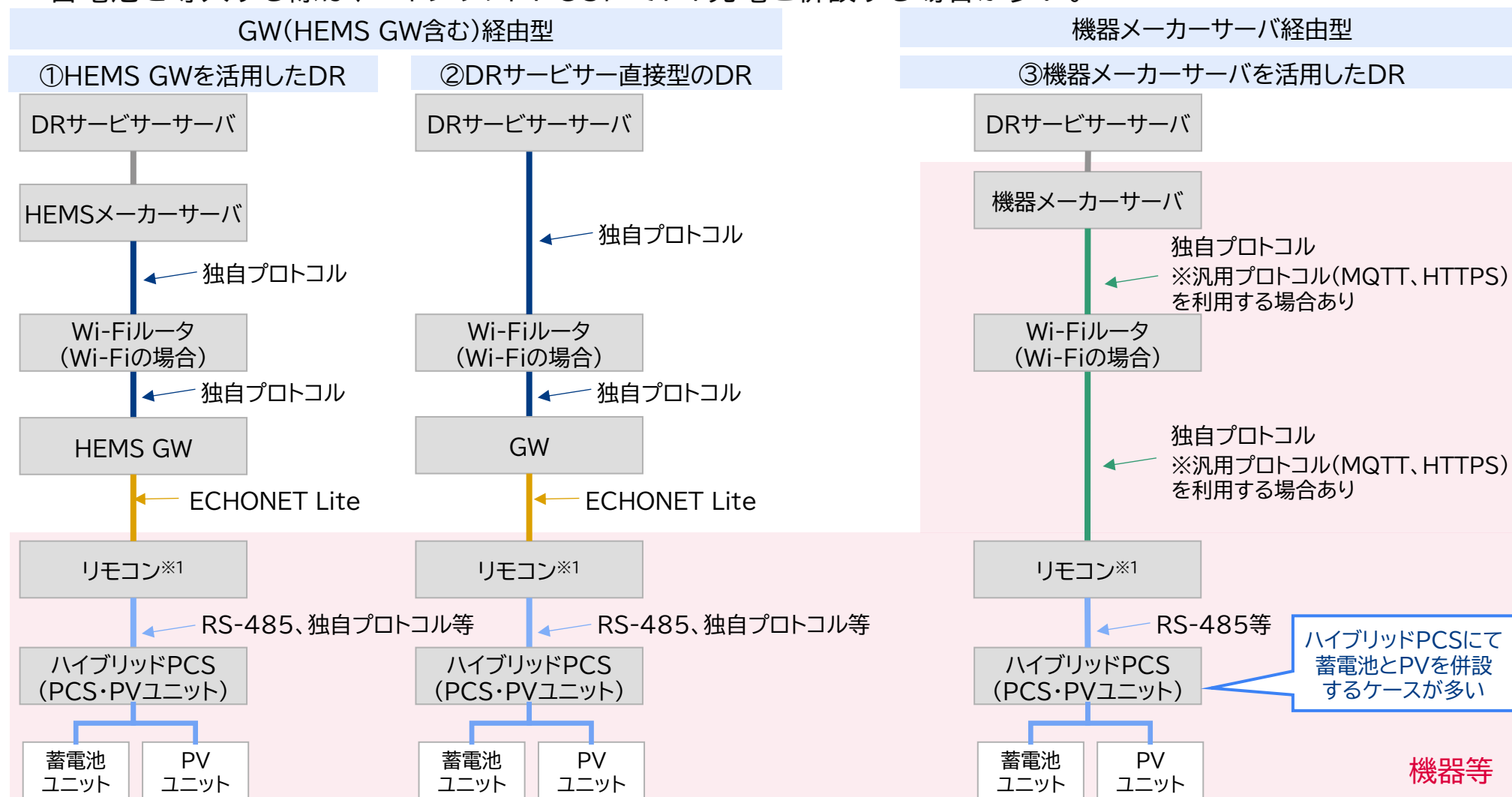
- ヒートポンプ給湯機
- ハイブリッド給湯機
- 家庭用蓄電池

家庭用蓄電池のDRの現状・課題に関する調査

- 主要蓄電池メーカーに対しヒアリングを実施し、以下の論点について調査した。
- 家庭用蓄電池のDRreadyの要件案を議論することを目的とし、家庭用蓄電池メーカー複数社に対して以下の項目に関するヒアリングを行った。
 1. DRの仕組み
 2. DRの現状のユースケース
 3. DRの運用(DRサービスと機器の連携イメージ)
 4. DRにおけるDRサービスとの連携に関する意見
 5. 家庭用蓄電池の運転モード
 6. 国内出荷家庭用蓄電池の外部制御への対応状況

家庭用蓄電池の調査 | 1. DRの仕組み

- ヒアリング結果より、DR制御はGW経由型と機器メーカーサーバ経由型があり、GWと機器はECHONET Liteにて通信し、機器メーカーサーバは独自プロトコルによる通信となる場合が多い。
- 蓄電池を導入する際は、ハイブリッドPCSにてPV発電と併設する場合が多い。



家庭用蓄電池の調査 | 2. DRの現状のユースケース

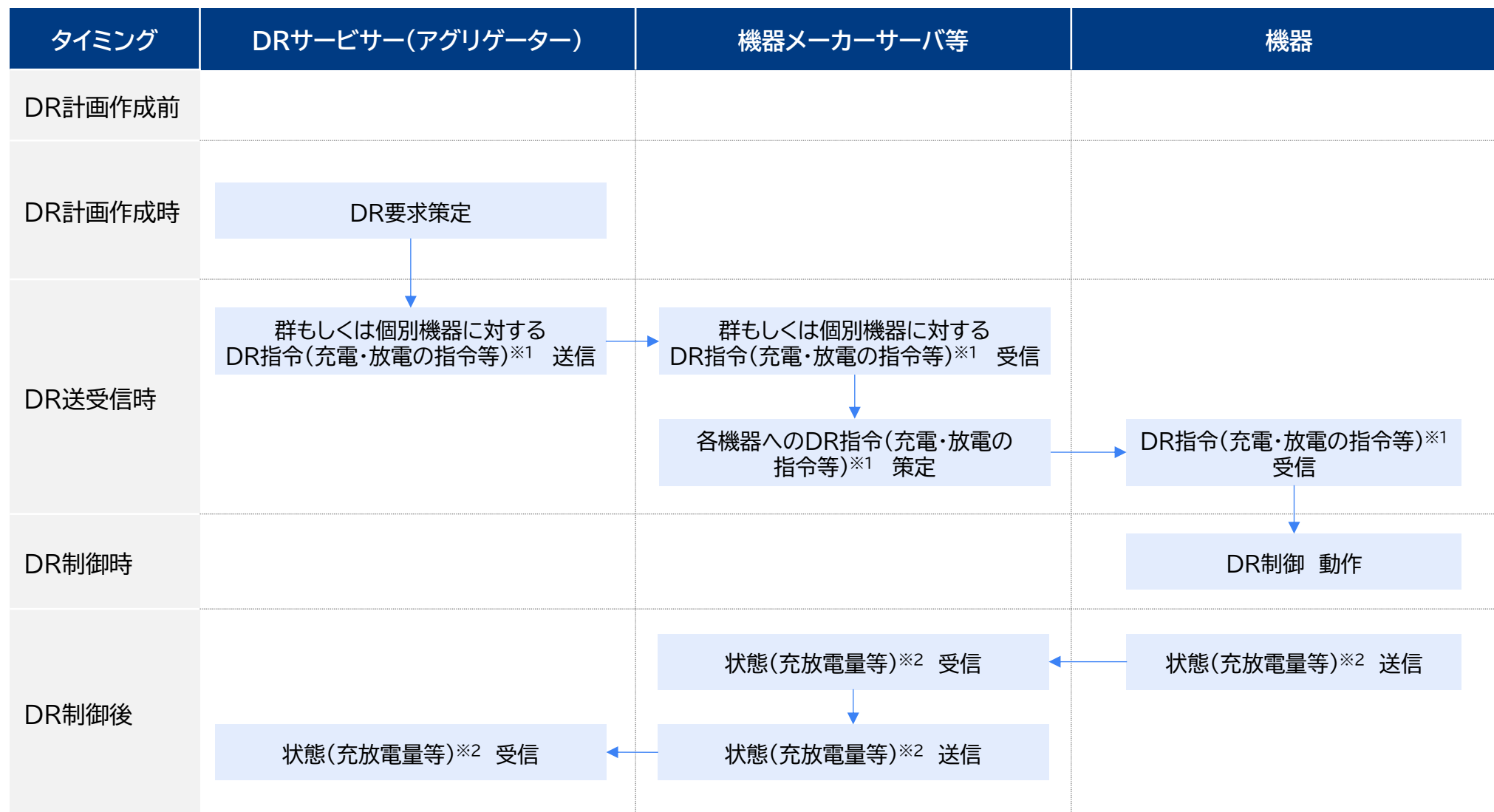
- 現状、提供されているDRのユースケースとして、小売電気事業者向けのDR制御がある。
- 公開情報等から機械的に想定できるDRサービスの担い手は以下の4通りあり、ヒアリング結果においては①、②、③のケースが多い。

DRサービス 機能 の担い手	① アグリゲーター※	② 小売電気事業者 兼アグリゲーター※	③ 機器メーカー 兼アグリゲーター※	④ 機器メーカー 兼小売電気事業者 兼アグリゲーター※
構成	<pre> graph TD A[小売電気事業者] --- B[アグリゲーター※] B --- C[機器メーカー] C --- D[需要家] </pre>	<pre> graph TD A[小売電気事業者 兼アグリゲーター※] --- B[機器メーカー] B --- C[需要家] </pre>	<pre> graph TD A[小売電気事業者] --- B[機器メーカー 兼アグリゲーター※] B --- C[需要家] </pre>	<pre> graph TD A[機器メーカー 兼小売電気事業者 兼アグリゲーター※] --- B[需要家] </pre>

※ アグリゲーションコーディネーター、リソースアグリゲーター含む

家庭用蓄電池の調査 | 3. DRの運用(DRサービスと機器の連携イメージ)

- 機器メーカーサーバ等経由でDR制御を行う場合の流れは以下の通り。



※1 やり取りしているデータ項目・頻度は、DRサービスやメーカーに依存

※2 やり取りしているデータ項目・頻度、SOCの開示有無は、メーカーに依存

家庭用蓄電池の調査 | 4. DRにおけるDRサービスとの連携に関する意見

- ヒアリングでは、DRサービスへの開示情報・方法、制御の在り方、コスト等に関する意見があった。

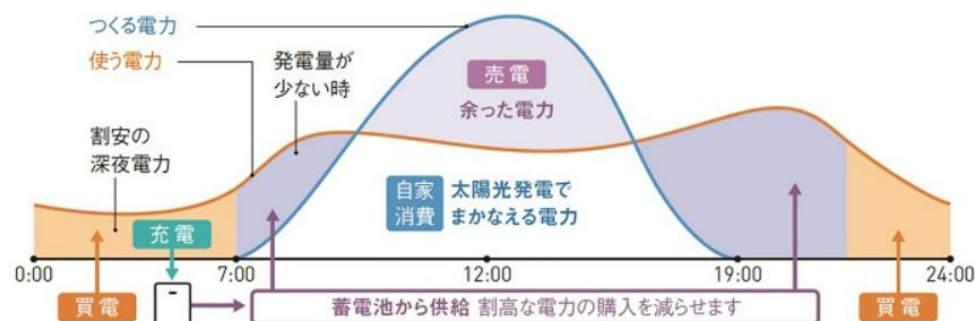
項目	ヒアリングで得られた意見
DRサービスへの開示情報	・ DRサービスへの制御状況の開示自体にハードルはないが、機器特有の制御があるため、開示範囲は確認が必要。 ・ ECHONET Liteで定められているデータは基本的にDRサービスに送信することになるが、それ以上に細かいデータは出せないと考えている。例えば、SOHデータは自社サーバへあげるが、現状DRサービスには出していない。 ・ DRサービスと情報連携する場合、現状ECHONET Liteでやり取りするデータ項目と、DRサービスとのAPI連携でやり取りするデータ項目が異なるため、データ項目の標準化が課題となる。 ・ 制御結果の情報はDRサービスに共有している。 ・ ハイブリッドPCSにてPVと一緒に制御する場合は、ECHONET Liteの標準プロパティ項目にPVデータが含まれていないため難しい。またPVの制御を見据えたECHONET Liteプロパティの実装はしばらく先になると考えられる。 ・ ECHONET Liteは蓄電池クラス、PVクラスで設定されており、PVとの組み合わせ商品に対するクラスのプロパティ数が少なく成熟度が低いため、ハイブリッドPCSのシステムの場合、蓄電池クラスでは制御が難しい。
DRサービスへの情報の開示方法	・ 機器メーカーサーバはDR以外の目的もあり競争領域なので、DRサービスとやり取りするためのインターフェースを特定のものに指定するか否かは要議論。
制御の在り方	・ レジリエンス対応でSOCを残すような設定をしているが、DRサービス目線では当該範囲の容量も使いたいという意向があり、制御権の優先度については個別に議論が必要。 ・ 機器の保護のためにSOCにマージンをとっている。DRサービスによる制御の際も、マージンを残せる範囲内で制御してもらうのが前提になる。 ・ 機器制御はベストエフォートで行っており、kWhを約束するというのは難しい。 ・ DRサービスを行うには、DRサービス、HEMSメーカー、機器メーカー間における制御に関する責任分界点の取り決めが必要(DRが上手くいかなかった場合やSOHが想定より劣化した場合の責任の所在等)。
DR制御のための追加コスト	・ DRサービスと機器メーカーが連携するためのコストが追加で発生する(サーバ開発、通信コスト、維持コスト、需給調整市場への応札時にIoTルートで一般送配電事業者へ情報を渡すために必要な無線端末等)。 ・ 制御や情報取得のアルゴリズム開発にコストがかかる。

家庭用蓄電池の調査 | 5. 家庭用蓄電池の運転モード

- 家庭用蓄電池の基本的な運転モードとして、売電優先モード、自家消費優先モード、停電時対応モードがある※。
- ヒアリング結果によると、FITによる売電価格の減少に伴い、自家消費優先モードが大半を占める。

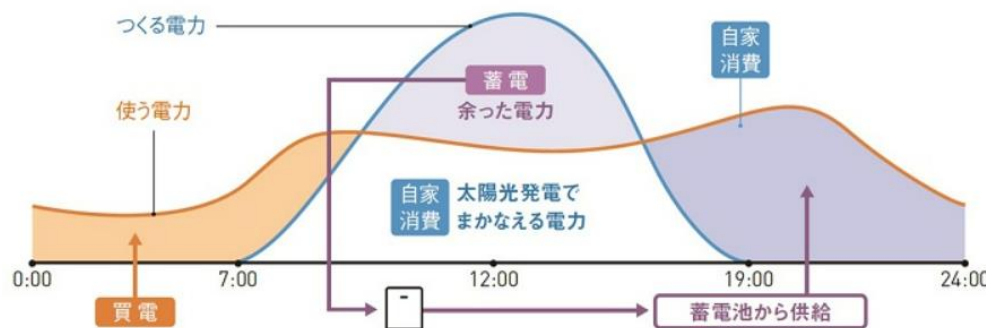
家庭用蓄電池の運転モード

① 売電優先



- 余剰のPV発電は系統へ売電する
- 深夜の安価な電力を蓄電池に貯め、朝方、及び夕方～夜に利用

② 自家消費優先



- 余剰のPV発電は蓄電池に貯め、夕方～夜に利用
- 電力会社からの買電をできるだけ減らす

FIT売電価格の低下により、現在はほとんどのユーザーが自家消費優先モードを選択(将来も同様の見込み)

③ 停電時対応

- 残量が一定量を下回ると待機、充電時間帯で充電。もしくは、常に満充電を確保。
- 上記モードのいずれにおいても、あらかじめ設定したSOC(%)を維持、もしくは、常に満充電を確保する設定もある(メーカーに依存)。

※ 運転モードの名称は、メーカーにより異なる

出所) パナソニック, “よくあるご質問”, 閲覧日: 2025年1月8日, https://jpn.faq.panasonic.com/app/answers/detail/a_id/89056 より三菱総研作成

(参考)自家消費優先モードの1日のSOC変化イメージ

- ヒアリング結果をもとに、標準的な家庭※¹における家庭用蓄電池の自家消費優先モードのSOC変化を想定した。
- 晴天時は午前中にPV余剰を充電、昼間にSOCが100%になり、夕方以降放電を行うため、上げDRの余地は小さい一方、下げDRの余地は大きい。
- 雨天時はPV発電量が少なくSOCが小さいまま維持されるため、上げDRの余地は大きい一方、下げDRの余地は小さい。



※¹ PV出力4-5kW、蓄電池容量9-10kWh程度を想定

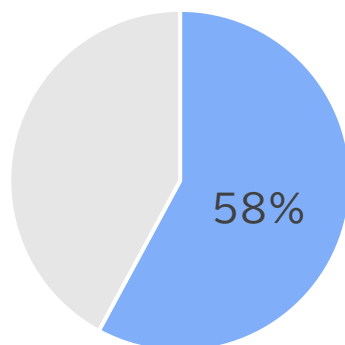
※² 停電時対応のために確保されるSOCは一般的に30%程度

家庭用蓄電池の調査 | 6. 国内出荷家庭用蓄電池の外部制御への対応状況

- 2023年度において、日本国内で家庭用蓄電池を販売しているJEMA参加メーカー11社に対し、2023年度の家庭用蓄電池の出荷台数および、出荷台数に占める外部制御可能なポテンシャルを有する台数等について、アンケート調査※1を実施した。
- 2023年度の家庭用蓄電池出荷台数(171,396台)のうち、機器メーカーサーバに接続可能であり、かつ当該機器メーカーサーバが外部接続のインターフェースを搭載しているものをDRサービス(小売電気事業者、アグリゲーター)等のサーバから制御できるポテンシャルを有するものとして、割合を算定すると58%。
- 同様に、ECHONET Liteに準拠しているものを、GW経由(HEMS GW含む)で外部制御できるポテンシャルを有するものとして、割合を算定すると100%。

※1 令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(ダイヤモンドリスポンスの普及拡大に資する機器に関する調査事業)の一環として、三菱総合研究所が「家庭用蓄電池に関するデータ提供依頼」として実施したもの。調査対象はJEMA自主統計参加メーカー、2023年度末時点で家庭用蓄電池を販売していることが確認できたメーカー11社。

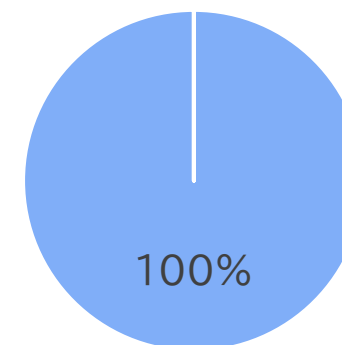
機器メーカーサーバ経由での外部制御可能なポテンシャルを有する家庭用蓄電池の割合



機器メーカーサーバ経由で外部制御可能なポテンシャルを有する家庭用蓄電池の割合※

※DRサービス等のサーバと連携するためのインターフェースを搭載している割合

GW経由で外部制御可能なポテンシャルを有する家庭用蓄電池の割合



GW経由で外部制御可能なポテンシャルを有する家庭用蓄電池の割合※

※ECHONET Liteに準拠している割合

Ⅲ. 諸外国におけるDRの制度の検討状況

- 米国
- 英国
- 豪州
- 欧州

需要リソースのフレキシビリティ活用への期待の高まり

- 諸外国において、電力システムの脱炭素化・効率化・安定化を目指す中で、需要リソースのフレキシビリティ活用への期待が高まっている。
- 需要リソースのフレキシビリティを最大限活用するためには、各機器がデマンド・リスポンス(DR)に対応可能な能力を具備すること(DRready)が必要なことから、DRready要件の検討・導入が進められている。



各国のDR活用の背景・目的、検討状況の概観

- 各国それぞれのDRの活用目的・課題に応じた制度の検討を進めている。

	DR活用の背景・目的	DRに関する制度の検討状況
米国 	需給バランス確保の効率化 (電力市場のリソースとして活用できることが重要)	● 2010年代からDRが発電リソースと同等に電力市場に参加できるようにし、電気料金メニュー等によるDRプログラムの形でDR活用を進めてきた ● 近年の電力需要と変動制再エネの増加による停電リスクの高まりから、オレゴン州、カリフォルニア州、ワシントン州でヒートポンプ給湯機に対しDRready要件への準拠が義務化
英国 	系統混雑(主に需要起因)、需給バランスの対策コスト削減 (可能な限り需要が重ならないことが重要)	● EV充電器のDRready要件を義務化 ● その他機器について標準PASをベースに義務化の要否・内容を検討中 ● ヒートポンプ給湯機、ハイブリッド給湯機に対しては義務化の方向 ● 家庭用蓄電池に対しては義務化の是非を業界に問いかけている (すでにスマート機能を実装している家庭用蓄電池が多い中、実態に合わせた制度の検討が必要な状況)
豪州 	需要ピーク時、PV余剰時の緊急の負荷軽減 (系統運用者の依頼に確実に対応することが重要)	● 標準AS/NZSをベースに義務化の是非を検討中 ● エアコン、プールポンプ、電気給湯器、EV充電器に対し義務化する方向性を提示 ● 課題が先んじて発生している南オーストラリア州ではエアコンに対し義務化 (熱波等による緊急の負荷軽減が主目的のため、要因となるエアコンから着手) ● 家庭用蓄電池は、電気料金に合わせ同時に充放電された場合のピーク対策として、PVインバータと同一標準で対象にすることが望ましいため、長期的な検討が必要とされ、DRready要件の義務化は未検討 ● 実証を積極的に進めており、まずは技術の確立を目指していると見受けられる
欧州 	需給バランス、系統混雑への対策コスト削減	● 家庭用DR対応機器(Energy Smart Appliances:ESA)の相互運用性に関する欧州大の行動規範を2024年4月に策定 (自主的にサインしたメーカー(現在10社)は準拠した製品の開発を約束) ● 電力市場のデザイン・ルール、電力系統接続ルール、システムに関する欧州大のルールを作成中

各国のDRに関する制度・標準の整備状況

- 各国様々な位置づけの文書（標準、省エネ基準、規則、州法等）においてDRに関する制度を定めている。
- 対象機器もそれぞれ異なる。

	位置づけ	文書	対象者	対象機器
米国 ワシントン州 	義務	Revised Code of Washington Title19 Chapter 19.260 (機器省エネ基準)	・ 機器メーカー※1	電気給湯器(ヒートポンプ給湯機含む)
米国 オレゴン州 	義務	Oregon Revised Statutes Vol. 13 Title 36A Chapter 469.233(機器省エネ基準)	・ 機器メーカー	電気給湯器(ヒートポンプ給湯機含む)
米国 カリフォルニア州 	義務	California Code of Regulations Title24 Part6 The 2022 Building Energy Efficiency Standards (建築物省エネ基準)	・ 建築物への設備導入の意思 決定主体	ヒートポンプ給湯機、建築物全体
英国 	義務化に向けた 検討の枠組み	Regulation of load control and energy smart appliances(DRready要件を検討する政策の枠組み)	-	ヒートポンプ(ヒートポンプ給湯機含む)、 蓄電池、EV充電器
	義務	The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021(EV充電器に関するルール)	・ 機器メーカー	EV充電器
	標準 (任意)	PAS 1878、PAS 1879 (標準規格)	・ 機器メーカー ・ メンテナンス事業者 ・ 系統運用者、小売事業者、 DRサービサー 等	暖房、換気、空調、冷蔵庫、洗濯機、 蓄電池、EV充電器
豪州 	義務化に向けた 検討の枠組み	Consultation on Smart Demand Response Capabilities for Selected Appliances (DR機能義務化の費用便益評価)	・ 機器メーカー ・ ゲートウェイの製造メーカー	電気給湯器、蓄電池※2、EV充電器、 エアコン、プールポンプ
	標準 (任意)	AS/NZS 4755 (標準規格)	・ 機器メーカー ・ ゲートウェイの製造メーカー	電気給湯器、蓄電池、EV充電器、 エアコン、プールポンプ、分散電源
	義務	Electricity (General) (Technical Requirements for Electrical Equipment) Variation Regulations 2021 (南オーストラリア州 エネルギー法)	・ 機器メーカー	エアコン
欧州 	行動規範 (任意)	Code of Conduct on energy management related interoperability of Energy Smart Appliances (相互運用性に関する行動規範)	・ 機器メーカー ・ 関連サービサー	給湯器、暖房、換気、空調、洗濯機、 衣類乾燥機、洗濯乾燥機、食洗器
	義務化に向け 検討中	Network Code on Demand Response (欧州大でのエネルギー市場への参加のためのネットワークコード)	・ エネルギー市場参加者	DR全般、蓄電池、分散電源

※1 個人情報の取り扱い方法への準拠は、DR事業者、電気事業者に対し求める ※2 蓄電池については費用便益評価は行われていない

DRready要件の項目

- 通信接続機能、外部制御機能、セキュリティの3つの項目に大別される。

DRready要件の項目	項目の内容
通信接続機能	機器と何かが接続できるインターフェース 例: 機器がゲートウェイを介してDRサービサーと接続できること
外部制御機能	機器の情報連携機能や外部の指令を受けて実行する機能 例: 機器が消費電力を送信できること
セキュリティ	ERABに必要なセキュリティ対策を講じるために、機器に具備することが必要な機能・基準

各国のDRready要件の規定項目

- 欧州の相互運用性に関する行動規範では、外部制御機能、セキュリティが規定されているほか、評価方法の作成も進められている。

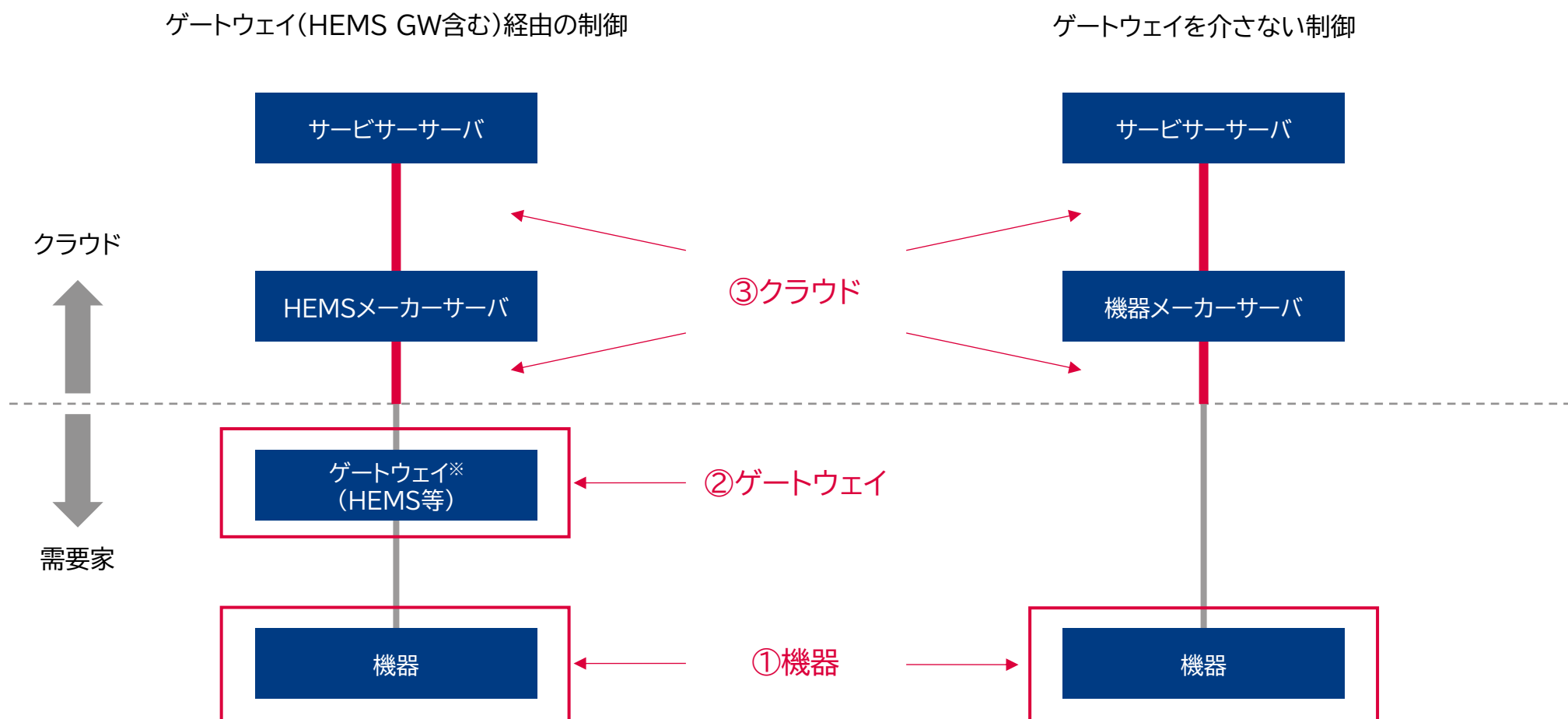
	要件の位置づけ	要件			評価方法	ペナルティ
		通信接続機能	外部制御機能	セキュリティ		
米国 ワシントン州 	義務	○ 規定あり ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを具備	○ 規定あり ANSI/CTA-2045の制御モード・コマンドに対応	△ 一部規定あり データプライバシーのみ規定	○ 規定あり 試験の実施を求めている (方法は規定なし)	○ 規定あり※1
米国 オレゴン州 	義務	○ 規定あり ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを具備	○ 規定あり ANSI/CTA-2045の制御モード・コマンドに対応	- 規定なし IoT機器全般の要件として別文書あり	○ 規定あり 試験の実施を求めている (方法は規定なし)	- 規定なし
米国 カリフォルニア州 (建築物の基準) 	義務	○ 規定あり ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを有するか、OpenADR対応の仮想エンドノードと通信可能	○ 規定あり ANSI/CTA-2045の制御モード・コマンドに対応するか、OpenADRのDR信号に対応	- 規定なし IoT機器全般の要件として別文書あり	○ 規定あり 試験の実施を求めている (方法は規定なし)	- 規定なし
英国 (EV充電器規則) 	義務	○ 規定あり 通信ネットワークを介し情報の送受信が可能	○ 規定あり DR応答可能	○ 規定あり	○ 規定あり 適合証書の添付を求めている (試験方法は規定なし)	○ 規定あり
豪州 (標準) 	任意	○ 規定あり DRインターフェースを持ち、ゲートウェイ等のDR用デバイスと接続	○ 規定あり 規定されたDRモードの応答が可能	- 規定なし IoT機器全般の要件として別文書あり	○ 規定あり 試験方法を規定	- 規定なし
欧州 (相互運用性に関する行動規範) 	任意	○ 規定あり 標準化された公開API/公開通信プロトコルに基づく相互運用性プロファイルを実装	○ 規定あり 規定されたユースケースの情報交換が可能、情報モデルはSAREFIに準拠	○ 規定あり	○ 規定あり 試験方法を規定※2	- 規定なし

※1 同じ章で規定されている省エネ基準への違反のペナルティは明確に規定されている。DRready要件への違反のペナルティは明確には規定されていないものの、今後同様のペナルティが適用されると推察される。

※2 試験方法については提案段階であり未確定。

DRready要件の対象

- DRready要件の対象は、①機器、②ゲートウェイ、③クラウドに大別される。



※ プロトコルの異なるネットワーク同士を接続する機能を機器の外側に持つもの

各国のDRready要件の対象

- いずれの要件でも①機器については規定されている。
- 米国カリフォルニア州の建築物の基準、豪州の標準ではさらに②ゲートウェイについても規定している。
- 欧州の相互運用性に関する行動規範では、機器からクラウドに至るまでのシステム全体におけるルールを規定している。

	要件の位置づけ	要件の対象		
		① 機器	② ゲートウェイ	③ クラウド
米国 ワシントン州 	義務	○ 規定あり ANSI/CTA-2045のインターフェース規格、アプリケーション層要件を満たす通信モジュールを具備	- 規定なし	- 規定なし
米国 オレゴン州 	義務	○ 規定あり ANSI/CTA-2045のインターフェース規格、アプリケーション層要件を満たす通信モジュールを具備	- 規定なし	- 規定なし
米国 カリフォルニア州 (建築物の基準) 	義務	○ 規定あり ANSI/CTA-2045の通信モジュールを有するか、OpenADR対応の仮想エンドノードと通信可能	○ 規定あり ゲートウェイ等の仮想エンドノードがOpenADRに対応 ※建築物の基準のため、機器以外も対象としている	- 規定なし
英国 (EV充電器規則) 	義務	○ 規定あり 通信ネットワークを介しDR応答可能	- 規定なし	- 規定なし
豪州 (標準) 	任意	○ 規定あり ゲートウェイ等のDR用デバイスと接続されており、下げDR応答可能	○ 規定あり ゲートウェイ等のDR用デバイスが サーバーの指令に応答可能	- 規定なし
欧州 (相互運用性に関する行動規範) 	任意	○ 規定あり ※機器からクラウドに至るまでのシステム全体におけるルールを規定		

Ⅲ. 諸外国におけるDRの制度の検討状況

- 米国
- 英国
- 豪州
- 欧州

米国 | DR活用の背景・目的



- 米国では、需給バランス確保の効率化に対するニーズを背景に、DRは電力市場に参加し、需給バランスを取るためのリソースの1オプションとして活用されている。

需給バランス確保の効率化ニーズ

- 変動性再エネ、ピーク需要の調整のための発電コストを削減し、需要家の電力コストを削減するニーズが大きい



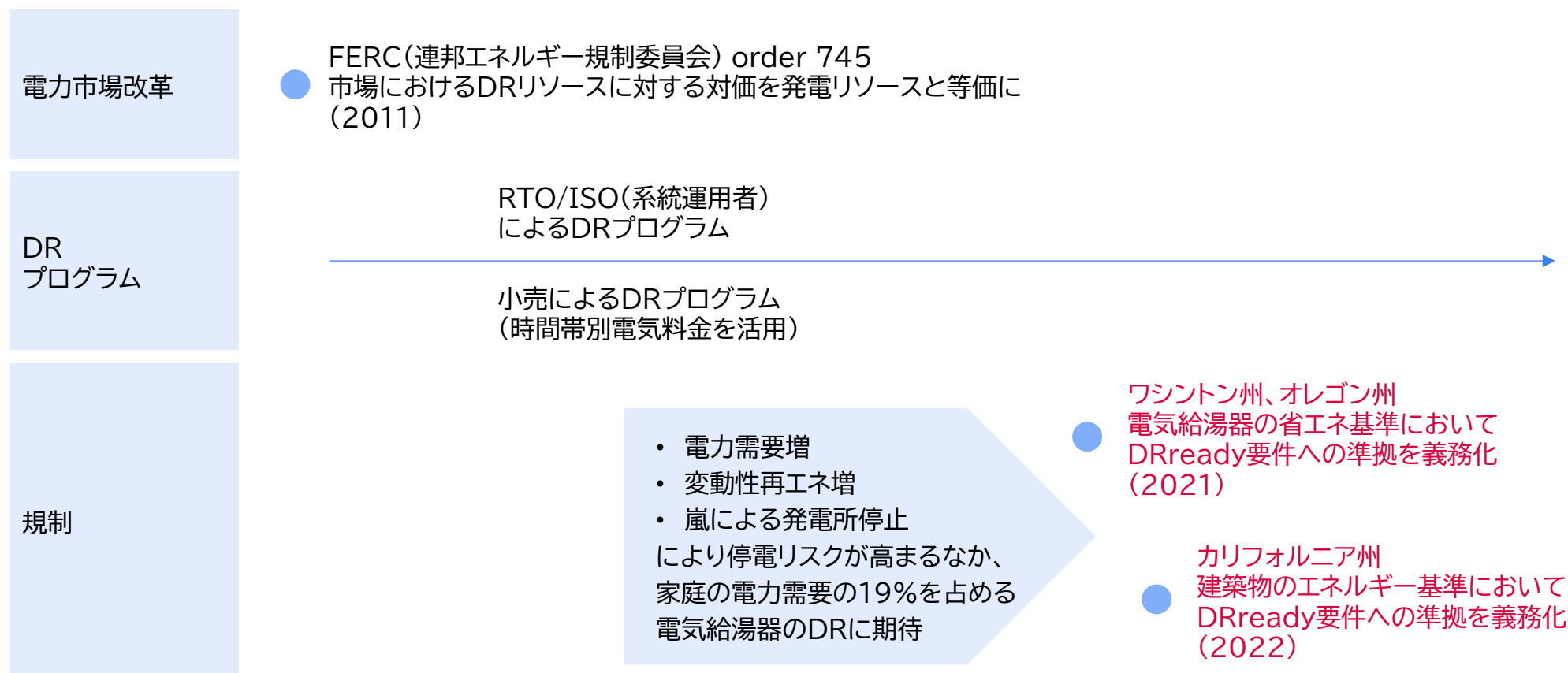
DRの電力市場への参加

出所)米国エネルギー省, “demand response”, 閲覧日:2025年3月15日, <https://www.energy.gov/oe/demand-response>、
PNNL, “Demand Response in Residential Energy Code”, 閲覧日:2025年3月15日,
https://www.energycodes.gov/sites/default/files/2025-01/TechBrief_GEB_Demand_Response.pdf より三菱総研作成

米国 | DRに関する制度検討の全体像



- DRリソースが発電リソースと同等に電力市場に参加できるようにする電力市場ルールの変更から始まり、時間帯別電気料金等の導入による需要家向けのコスト削減プログラムの形で発展してきた。
- 近年は、電力需要と変動制再エネの増加による停電リスクの高まりからDRの重要性が高まったことを背景に、一部の州でヒートポンプ給湯機に対しDRready要件への準拠を求める動きが見られる。



出所) 米国エネルギー省, “demand response”, 閲覧日: 2025年3月14日, <https://www.energy.gov/oe/demand-response>,
 PNNL, “Demand Response in Residential Energy Code”, 閲覧日: 2025年3月14日,
https://www.energycodes.gov/sites/default/files/2025-01/TechBrief_GEB_Demand_Response.pdf,
 American Council for an Energy-Efficient Economy, “Demand Flexibility of Water Heaters”, 閲覧日: 2025年3月14日,
https://www.aceee.org/sites/default/files/pdfs/demand_flexibility_of_water_heaters_-_encrypt.pdf より三菱総研作成

米国 | DRready要件を求める規制の概要



- 各州では、省エネ基準に関する州法の一項目で、メーカーに対し基準に準拠した製品の提供を義務付けている。

対象・項目	ワシントン州州法	オレゴン州州法	カリフォルニア州 California Title24
目的	エネルギー消費を削減し、消費者のニーズを満たし、メーカーが実装できる省エネ基準を策定	エネルギー消費を削減し、消費者のニーズを満たし、メーカーが実装できる省エネ基準を策定	建築物のエネルギー消費を削減し、メーカーが実装できる省エネ基準を策定
対象機器	電気給湯器 (表示定格入力12kW以下で、定格貯湯量が公称40ガロン以上120ガロン以下、最大出湯温度が華氏180度未満の消費者向け製品)	電気給湯器 (表示定格入力12kW以下で、定格貯湯量が公称40ガロン以上120ガロン以下、最大出湯温度が華氏180度未満の消費者向け製品)	電気給湯器※ (水を加熱する目的で、ある温度からより高い温度へ熱エネルギーを伝達する給湯器。ファン、貯蔵タンク、ポンプ、制御装置など、装置の機能遂行に必要なすべての付属機器を含む。)
適用範囲	- 機器メーカーに対し、機器の基準への準拠を求める - DR事業者、電気事業者に対し、個人情報の取り扱い方法への準拠を求める	機器メーカーに対し、機器の基準への準拠を求める	設備導入の意思決定を行う主体に対し、基準に準拠した設備の導入を求める
規定内容	ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを具備	ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを具備	ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを有するか、OpenADR対応の仮想エンドノードと通信可能
評価方法	同文書が規定する試験方法に基づく評価と、結果の表記が義務付けられている。	同文書が規定する試験方法に基づく評価と、結果の表記が義務付けられている。	同文書が規定する試験方法に基づく評価と、結果の表記が義務付けられている。
ペナルティ	- 試験費用の請求 - 基準に準拠していないことが判明した製品の情報を一般公開 - 違反した製造業者または販売業者は、初回違反の場合、同局長から警告を受けるものとする。度重なる違反は、1日250ドル以下の民事罰の対象となる	規定されていない	規定されていない

※ワシントン州やオレゴン州と異なり、カリフォルニア州では給湯器の規模や製造年については規定されていない。

出所)ワシントン州政府, “Revised Code of Washington”, 閲覧日:2024年4月25日, <https://app.leg.wa.gov/RCW/default.aspx?cite=19.260>

オレゴン州政府, “Oregon Revised Statutes Vol. 13 Title 36A Chapter 469.233”

California Energy Commission, “2022 Building Energy Efficiency Standards”, 閲覧日:2024年4月25日, https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2022-12/CEC-400-2022-010_CMF.pdf より三菱総研作成

通信接続機能・外部制御機能・セキュリティ



- 州法(Revised Code of Washington)の家電製品の省エネ基準(Title 19 Chapter 19.260)において、2021年1月以降に製造される電気給湯器に対しDRready要件への準拠を義務化している。
- 標準ANSI/CTA-2045-Aを引用する形で、モジュール式DR通信ポートの具備、その通信インターフェース規格、アプリケーション層要件が規定されている。
- 州法RCW 19.29A.100、110(電気事業者等が取得する個人情報や顧客情報の取り扱いについての州法)を引用する形で、やり取りされる情報の取り扱い(データプライバシー)が規定されている。

Section 19.260.080 (電気給湯器のDR機能を規定)

(1) 2021年1月1日以降に製造された電気給湯器は、以下の設計要件に適合しない限り、州内で設置、販売、リース・レンタルのために提供することはできない：

(a) 製品は、以下の規格に準拠したモジュール式DR通信ポートを備えていなければならない：

(i) 2018年3月版のANSI/CTA-2045-A通信インターフェース規格、または同等規格

(ii) 2018年3月版のANSI/CTA-2045-Aアプリケーション層要件

(b) 本款で要求されるインターフェイス標準およびアプリケーション層の要件は、同局が規則によりそれ以降のバージョンを採択しない限り、2018年3月に制定されたバージョンである。

(2) 商務省が公益にかなうと判断した場合、同局は規則により、発効日を遅らせるか、本項第(1)節の要件の施行を一時停止することができる。

(3) 本章または本章で採用された規則において義務付けられているモジュール式DR通信ポートを備えた電気給湯器により収集、保存、伝達、伝送、または検索される顧客の個人情報および専有情報(proprietary customer information)*1は、RCW 19.29A.100 および 19.29A.110 の規定に従う。

(4) 本章に定める設計要件を満たす電気給湯器が設置された建物に電気を供給する電気事業者は、DRを許可するプログラムへの参加に対する顧客の同意を最初に書面で得ることなく、電気給湯器または関連装置により収集された情報に基づいて電気給湯器に関連する電気または水の使用量を変更すること、または変更することを顧客に要求することはできない。

※1 電力サービスを提供する過程で電力会社が収集した情報。顧客の設備構成、電力使用量、電気料金支払履歴、小売電気料金請求書に記載される情報等が含まれる。
下線は引用元の文書を示す。

出所)ワシントン州政府, “Revised Code of Washington”, 閲覧日:2024年4月25日, <https://app.leg.wa.gov/RCW/default.aspx?cite=19.260>
より三菱総研作成

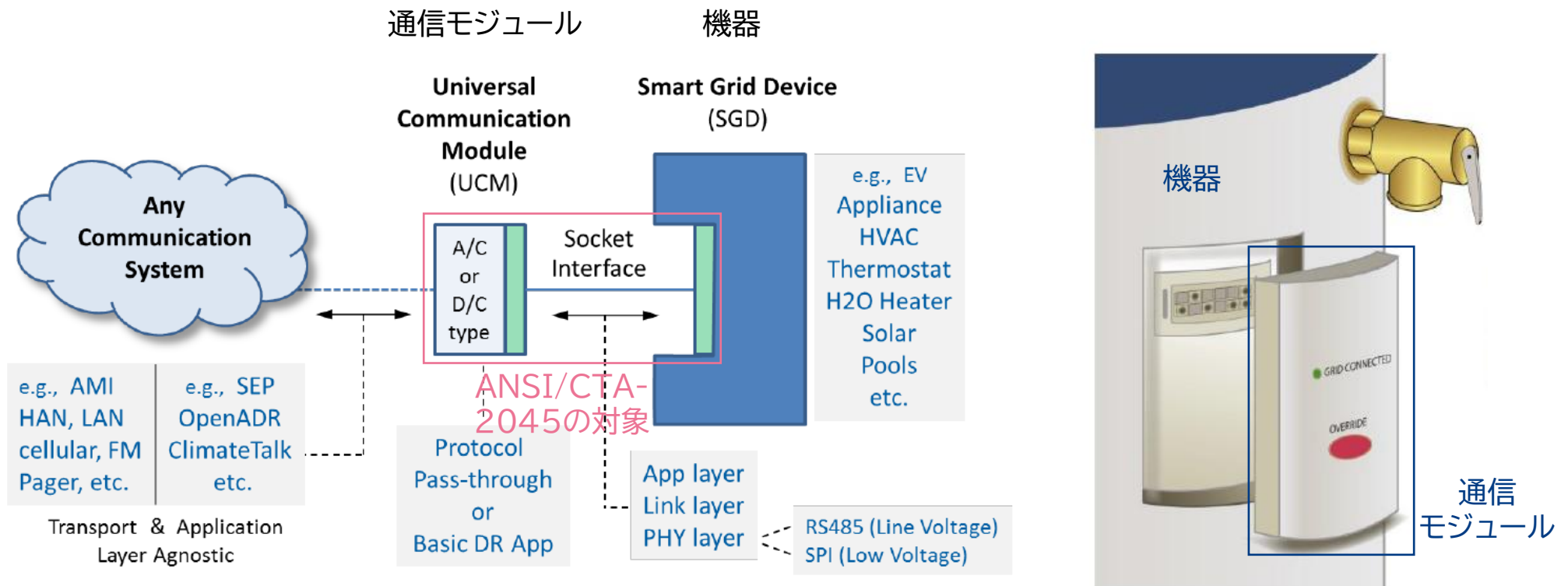
引用元の標準ANSI/CTA-2045の概要



- ANSI/CTA-2045は、米国規格協会(American National Standards Institute:ANSI)が定める系統接続可能な「スマートグリッド対応」製品を実現することを目的とした標準規格で、通信モジュール(UCM)、通信モジュールと機器(SGD)間の通信およびインターフェースに関して規定している。
- CTA-2045標準ワーキンググループが22の電力会社・メーカーとともに検討し、2013年に初版が発行され、2021年に現在の最新版「ANSI/CTA-2045-B」が発行された。

ANSI/CTA-2045の対象

機器および通信モジュールのイメージ



引用元の標準ANSI/CTA-2045が定める機能(1/2)



- 機能として、正しい形式の指令を受け取った際に確認応答(ACK)できること、誤った形式の指令を受け取った際に否定応答(NAK)しその理由を提示できることが求められている。
- 通信プロトコルとして、メッセージ形式、ビット数、メッセージのタイミング・時間の長さ、指令の優先度、必要なメッセージに対する処理機能が規定されている。

プロトコルデータユニットのフォーマット

メッセージタイプ (どのプロトコルか)	将来用の予備割り当て 「0x0」	ペイロード長 (プロトコル範囲の長さ)	チェックサム (リンク層データの完全性を保証)
2バイト	3ビット	13ビット(可変)	2バイト

規定されている個別項目と概要

項目	概要	項目	概要
メッセージタイプフィールド	メッセージタイプの割り当てを規定 (例: 0x08は基本的なDRアプリケーション用)	リンク層ACK/NAK	全てのメッセージはリンク層ACK(正しい形式の指令を受け取った際の確認応答)もしくはNAK(誤った形式の指令を受け取った際の否定応答)で応答し、NAKの場合、8つのコード(「未使用」、「無効なバイト数」等)でその理由を示すことができることが求められている
ペイロード長フィールド	ペイロード長(プロトコル範囲の長さ)を規定	メッセージタイプの準拠問合せ	・8バイトのメッセージのみを処理する機能、ペイロードの短いリスト(2つの必須コマンド)のみを解析する機能、およびサポートされていないコマンドのNAKを許可する機能が求められている ・どのメッセージタイプがサポートされているか判断するため、発信元(機器または通信モジュール)は該当のメッセージタイプ値を送信、受信側がサポートしていればリンク層ACKで、サポートしていない場合はリンク層NAKと「サポート無しメッセージタイプ」を表すNAKコードを送信する機能が求められている
チェックサムフィールド	チェックサムの計算方法とエンコードを規定		
メッセージ送信の順序	通信モジュールが送信するメッセージの順序を規定		
メッセージの同期とタイミング リンク層タイミング	メッセージの同期方法、メッセージ送信とデータリンクのタイミング、時間の長さを規定		
競合するメッセージのSGD処理	複数のアプリケーション層プロトコルをサポートすること、競合するコマンドが機器(SGD)側に提示された場合の優先度を規定		

出所) Consumer Technology Association, “ANSI/CTA Standard: ANSI/CTA-2045-B” より三菱総研作成

引用元の標準ANSI/CTA-2045が定める機能(2/2)



- 必須制御モードとして下げDRが、任意の追加制御モードとしてCritical Peakイベント、系統緊急事態、上げDRが、それぞれ想定されている。
- 加えて、コマンドの受信確認や通信状態、制御の無効化等をやり取りするコマンドも規定されている。

基本アプリケーションのデータフォーマット

メッセージタイプ (=0x08、0x01)	将来用の予備割り当て (0)	ペイロード長 (=0x00、0x02)	Opcode1	Opcode2	チェックサム (リンク層データの完全性を保証)
2バイト	3ビット	13ビット	1バイト	1バイト	2バイト

必須制御モード・コマンド

制御モード/コマンド	概要	競合時の優先度※1
Shed(負荷抑制)	下げDR	高
Shedの終了/ 通常モード実行	負荷抑制、その他抑制イベントの終了	高
基本アプリケーション ACK	コマンドの正常な受信とサポート確認のため送信	-
基本アプリケーション NAK	コマンドを拒否するため送信	-
外部通信接続状態	外部通信状態を取得または失われた時に送信	-

任意の追加制御モード・コマンド(電気給湯器向け)

制御モード/コマンド	概要	競合時の優先度※1
Critical Peakイベント	1年に数回設定された系統ピーク日	高
系統緊急事態	系統緊急事態イベント	高
ロードアップ	上げDR 蓄積された最大エネルギー状態に達するまでオンになる	高
カスタマーオーバーライド	消費者による自動制御の無効化	-
動作状態クエリ	動作状態の問合せを送信	-
状態クエリ応答	状態コードの問合せに応答	-

※1 複数制御モードの指令を受けた場合、最後に受信した同等以上の優先順位のコマンドが有効になる。

出所) Consumer Technology Association, “ANSI/CTA Standard: ANSI/CTA-2045-B” より三菱総研作成

州法における要件準拠の評価方法・ペナルティの規定



- 製品を試験し準拠していることを証明すること、準拠を表示すること、試験方法が定められている場合はそれに従うことが規定されている。DRready要件に関する部分の具体的な試験方法は規定されていない。
- ただしANSI/CTA-2045に準拠していると認証されるためには認証プログラムへの準拠が必要である。
- 準拠していないことが判明した場合のペナルティとして、試験費用の請求、情報公開、罰金が規定されている。

RCW190.260.070（試験・評価方法、表示方法、ペナルティを規定）

- (1) 本章(190.260)の対象となる製品の製造者は、本章に基づく試験手順または州建築基準法に規定される試験手順に従って、その製品のサンプルを試験しなければならない。
- (2) RCW 19.260.030で定められた対象となる新製品の製造業者は、当該製品が本章に準拠していることを同局に証明しなければならない。本章で試験方法が規定されていない場合を除き、この認証は試験結果に基づかなければならない。同局は、これらの製品の認証に関する規則を制定するものとし、同様の基準を持つ他州や連邦機関の認証プログラムに依拠することができる。
- (3) RCW 19.260.030の対象となる新製品の製造業者は、販売または設置の際に、製品および包装にマーク、ラベル、またはタグを付けることにより、本章に準拠していることを、州内で販売または設置のために提供される各製品に明記しなければならない。同局は、これらの製品および包装の識別に関する規則を制定するものとし、この規則は、同等の効率基準を有する他の州および連邦機関の表示プログラムと、実際の範囲で最大限調整されるものとする。RCW 19.260.040に基づく効率基準を満たす一般業務用ランプの製造業者は、州内で販売または設置される個々のランプにラベルを貼る必要はない。
- (4) 当局は、RCW19.260.030の対象となる製品を試験し、同等の基準を有する他の政府管轄区域が実施した、あるいは、他の政府管轄区域のために実施された製品試験結果に依拠することができる。試験された製品が、RCW19.260.040.に基づいて設定された最低効率基準に準拠していないことが判明した場合、同局は以下を行うものとする：
 - (a) 製品のメーカーに、製品の購入とテストにかかった費用を請求する。
 - (b) 基準に準拠していないことが判明した製品に関する情報を一般に公開する。
- (5) 当局はRCW19.260.040に規定されている試験方法入手し(紙媒体)、当局のエネルギー政策事務所で一般に利用できるようにする。
- (6) 当局は本章の違反に関して寄せられた苦情を調査することができる。本章に違反した製造業者または販売業者は、初回違反の場合、同局長から警告を受けるものとする。度重なる違反は、1日250ドル以下の民事罰の対象となる。本項に基づき課される罰金は、本項第(4)節に基づき課される費用に追加される。
- (7) 本部は本章の適切な実施と執行を確保するために必要な規則を採択することができる。
- (8) 本章に関する手続は、行政手続法 34.05 RCW 章に準拠する。

出所)ワシントン州政府, “Revised Code of Washington”, 閲覧日:2024年4月25日, <https://app.leg.wa.gov/RCW/default.aspx?cite=19.260>
より三菱総研作成

引用元の標準ANSI/CTA-2045の認証プログラムの概要



- ANSI/CTA-2045への準拠は、ANSI/CTA-2045の認証プログラムであるEcoPort※¹ Certification Policyに従うものと想定される。
- 本認証プログラムは、国立研究所The Electric Power Research Institute(EPRI)が検討した試験方法を基にしており、その中で試験環境や試験で求められる要件等が整理されている(以下目次)。

1. 概要	3. テストケース(試験方法)	3. テストケース(試験方法)
1.1 文書の目的	3.3 情報交換および応答要件: 制御要件	3.4 情報交換および応答要件: モニタリング要件
1.2 用語の定義	DRイベントタイムアウト	データ更新期間
2. テストセット(試験環境)	再起動後の復旧	カスタマーオーバーライド
3. テストケース(試験方法)	アプリケーションACK	動作状態クエリ
3.1. 機器、電気通信および安全要件	アプリケーションNAK	動作状態クエリに対する応答
機器サイズとタイプ	Heat beat 信号	
サイクル能力	通常モードへの復帰	
CTA-2045ポートの特性	Shedコマンド	
安全基準	Critical peakイベント	
ユーザーインターフェース特性	系統緊急事態	
3.2 情報交換および応答要件: リンク層要件	価格連動	
リンク層要件	自立運転とその終了	
	ロードアップ	
		A) ワークシート

※¹ EcoPortはANSI/CTA-2045に準拠した商品の商標

出所)EPRI, “ANSI/CTA-2045-A Water Heater Test Procedures: Information Exchange and Demand Response”, 閲覧日:2024年5月13日, <https://www.epri.com/research/products/000000003002016940>, OpenADR Alliance, “OpenADR Alliance EcoPort / CTA-2045 Certification Policy”, 閲覧日:2024年5月13日, <https://www.openadr.org/assets/EcoPort%20Certification%20Policy.pdf> より三菱総研作成

引用元の標準ANSI/CTA-2045の認証プログラム(1/2)



- 通信接続機能は、製品の仕様書の確認と外見の検査で判断するとされている。

3. テストケース

3.1 機器、電気通信および安全要件

REQ.ME1からREQ.ME6が満たされていることを確認するために、製品の仕様書(product document)を確認し、目視検査を実施する。

- REQ.ME1 機器サイズとタイプ
 - 給湯器は標準的な50ガロン抵抗タイプとし、標準的な高さ/直径を有する。断熱材/効率およびその他の詳細については、メーカー推奨のものであり、50ガロン0.93EFモデルである。
- REQ.ME2(保障の完全性: 毎日の接触器のスイッチング)
 - 給湯器は、耐用期間内において1日に平均12回以上のオン/オフサイクルに対応可能である。
- REQ.ME3(保障の完全性: 接触器のスイッチングの合計)
 - 給湯器はオン/オフサイクルを記録し、100日間の合計サイクル(例: 100日間の合計サイクル数が1200回以下)に基づいて過剰なサイクルから機器を保護できるものとする。
- REQ.ME4(ACフォームファクタ)
 - 給湯器にはANSI/CTA-2045-Aの付録Bに記載されているACフォームファクタであるCTA-2045ポートを装備する可能である。
- REQ.ME5(ACフォームファクタのスペース割り当て)
 - 給湯器にはCTA-2045で指定されている最大サイズ通信モジュール用のスペースを備えている必要がある。
- REQ.ME6(UL 174および同等の評価基準)
 - 給湯器はUL 174規格および/またはカナダの同等の評価基準を満たす必要がある。

出所)EPRI, “ANSI/CTA-2045-A Water Heater Test Procedures: Information Exchange and Demand Response”, 閲覧日:2024年5月13日,
<https://www.epri.com/research/products/000000003002016940> より三菱総研作成

引用元の標準ANSI/CTA-2045の認証プログラム(2/2)



- 外部制御機能の各項目についてテストシーケンスとテストに関する詳細情報が記載されている。
- 例えば、DRイベントタイムアウト※1については以下の評価方法が規定されている。

通信モジュール (UCM)	機器 (SGD)	ステップ	テストケース	求められる結果
1	下げDRの終了/通常モード実行コマンド 確認応答	0分後	1 “Shedの終了/通常モード実行” コマンドを機器に送信する。	-
2	動作状態クエリ 状態クエリ応答	30秒後	2 動作状況クエリを機器に送信する。 送信コマンドは以下 /0x8/0x1/0x0/0x2/0x12/0x0 /0xD8/0x5F	機器が通常の動作モードであることを確認する。 許容される応答例: “Idle Normal” /0x8/0x1/0x0/0x2/0x13/0x0/0xD5/0x61 または “Running Normal” /0x8/0x1/0x0/0x2/0x13/0x1/0xD3/0x62
3	期間無制限の下げDRコマンド Shedの確認応答	1分後	3 期間無限の下げDRコマンドを機 器に送信する。 送信コマンドは以下 /0x8/0x1/0x0/0x1/0xFF/0xC /0x3D	機器に対し需要抑制状態の開始を知らせる 機器は、以下のコマンドを応答しなければならない。 0x06/0x00 0x8/0x1/0x0/0x2/0x3/0x1/0x4/0x42
4	動作状態クエリ 状態クエリ応答		4 動作状況クエリを機器に送信する。 送信コマンドは以下 /0x8/0x1/0x0/0x2/0x12/0x0 /0xD8/0x5F	機器が要求を処理していることを確認する。 許容される応答例: “Running Curtailed Grid” /0x08/0x01/0x00/0x02/0x13/0x02/0xD1/0x6 3 または “Idle Grid” /0x8/0x1/0x0/0x2/0x13/0x4/0xCD/0x65
5	15分ごとに 繰り返す		5 4時間経過するまで、15分ごとに ステップ4を繰り返す。	機器が要求を処理し続けていることを確認する。
6	下げDRの終了/通常モード実行コマンド 確認応答	12時間15分後	6 ステップ3を開始した12時間15 分後にステップ2を行う。	機器が通常の動作モードに戻っていることを確認する。
			7 ステップ3の下げDRコマンド を “Critical Peak event” や “Grid Emergency” に変更 し、ステップ1～6を行う	SGDが12時間にわたって同様の処理をした後、通常 の動作モードに戻っていることを確認する。

※1 12時間以内に別の下げDR指令を受信しない限り、12時間後に全ての下げDR指令がタイムアウトし、給湯器は顧客が選択した元の動作モードに戻るようするという機能

出所) EPRI, “ANSI/CTA-2045-A Water Heater Test Procedures: Information Exchange and Demand Response”, 閲覧日: 2024年5月13日,
<https://www.epri.com/research/products/000000003002016940> より三菱総研作成

通信接続機能、外部制御機能



- オレゴン州は、州法(Oregon Revised Statutes)の家電製品の省エネ基準(ORS Vol. 13 Title 36A Chapter 469.233)において、2022年1月以降に製造される電気給湯器に対しDRready要件への準拠を義務化している。
- モジュール式DR通信ポートの具備、その通信インターフェース規格、アプリケーション層要件が規定されている。これらの規定内容は、基本的に米国ワシントン州と同じである。

SECTION 1. (用語の定義を規定)

(22)「電気給湯器(electric storage water heater)」は、州配管工事委員会(State Plumbing Board)と協議の上、州エネルギー省長官が規則※1で定める意味を有する。

※1 Department of Energy Chapter 330 Division 92(330-092-0010)において、

「家庭用飲料水を加熱するエネルギー源として電気を使用し、表示定格入力が12kW以下、定格貯湯量が公称40ガロン以上120ガロン以下、最大給湯温度が華氏180度未満の消費者向け製品」と定義されている。

SECTION 2. (新製品に求める最低エネルギー効率の標準を規定)

(16)

(a) 2022年1月1日以降に製造される電気給湯器は、以下の規格に準拠したモジュール式DR通信ポートを備えなければならない：

(A) ANSI/CTA-2045-A通信インタフェース規格(2018年3月版)、または州エネルギー省長官が同等と判断した規格

(B) ANSI/CTA-2045-Aアプリケーション層要件(2018年3月版)

(b) 本項(a)(A)に基づき、通信インタフェース規格が2018年3月版のANSI/CTA-2045-A通信インタフェース規格と同等であると州エネルギー省長官が判断する要請は、州エネルギー省長官が規則で定める方法により行われなければならない。

州法における要件準拠の評価方法の規定



- 製品を試験し準拠していることを証明すること、準拠を表示することが規定されている。
- 試験は同文書が規定する試験方法、または全国的に認められた試験方法に基づくよう定められているが、具体的なDRready要件の試験方法は規定されていない。
- 準拠していないことが判明した場合のペナルティは規定されていない。

SECTION 5. (試験・評価方法、表示方法を規定)

(1) ORS 469.238に規定される製品の製造者が、本州で販売または販売のために提供される、あるいは設置または設置のために提供される場合、[ORS 469.233に規定される試験方法](#)、またはより厳しい州建築基準法に規定される試験方法に従って、製造者の製品のサンプルを試験しなければならない。

(2) ORS 469.233または州建築基準法に、本条に基づく試験を必要とする製品の試験方法が規定されていない場合、州エネルギー省は、これらの製品の試験方法を採用するものとする。

同局は、[米国エネルギー省が承認した試験方法を使用するか](#)、連邦の試験方法がない場合は、他の適切な全国的に認められた試験方法を、試験方法を採用する際の指針として使用するものとする。州エネルギー省は、定期的に試験方法を見直し、改訂することがある。

(3) ORS 469.229～469.261[単電圧外部交流-直流電源装置、ウォークイン冷蔵庫およびウォークイン冷凍庫の製造業者を除く]に基づき規制される製品の製造業者は、[当該製品がORS 469.233に規定される最低エネルギー効率基準に適合していることを](#)、州エネルギー省に対して証明しなければならない。同局は、これらの製品の認証に関する規則を制定し、同様の基準を持つ他州や連邦機関の認証・試験プログラムと調整することができる。

(4)

(a) 州エネルギー省は、[ORS 469.233に規定される最低エネルギー効率基準に適合する製品の特定に関する規則を定めるものとする](#)。規則は、同等の効率基準を有する他の州および連邦機関の表示プログラムと、可能な限り調整されるものとする。

(b) 本款(a)項に基づき要求される識別は、[販売時または設置時に、製品および包装上のマーク、ラベル、またはタグによるものとする](#)。

(c) 州エネルギー省は、連邦政府の要件に準拠してマーキング、ラベル付け、またはタグ付けされた製品、または本項第(3)項に従って認証された製品については、マーキング、ラベル付け、またはタグ付けの要件を免除するものとする。

(ただし、消費者に適切なエネルギー効率情報を提供するために、州による表示、ラベリング、またはタグ付けが必要であると州エネルギー省が判断した場合を除く。)

IoT機器のサイバーセキュリティ対策に関する州法



- オレゴン州では、ヒートポンプ給湯機を含むIoT機器に対して、「合理的なセキュリティ機能」の具備を義務づける州法が存在。
- 対策を講じなかった場合のペナルティは規定なし。

対象・項目	Oregon Revised Statutes(オレゴン州制定法) Vol. 16 Title 50 Chapter 646A. 813: Security requirements for Internet-connected devices
目的	消費者向けIoT機器のメーカーに対して、当該機器に対する合理的なセキュリティ機能の具備を義務付けること
対象機器	インターネットに直接又は間接的に接続することができ、かつ、主に個人、家族又は家庭で使用され、IPアドレス又は接続機器を識別するその他のアドレス又は番号が付与された機器又はその他の物理的物体
対象メーカー	オレゴン州において機器を製造・販売する者、又は販売を申し出る者。
求められるセキュリティ要件	機器に合理的なセキュリティ機能を具備すること。合理的なセキュリティ機能とは、以下のものを指す： (a) LANの外部からの認証手段について、 (A) あらかじめプログラムされたパスワードが機器ごとに固有である。 (B) 機器に初めてアクセスする際に、利用者において新たな認証手段を生成することを要求するセキュリティ機能が含まれている。 (b) 機器のセキュリティ対策に適用される連邦法又は連邦規制の要件へ準拠した機能
ペナルティ	ペナルティに関する規定なし

出所) OregonLaws, ORS 616A.813, 閲覧日: 2024年4月5日, https://oregon.public.law/statutes/ors_646a.813, より三菱総研作成

米国カリフォルニア州 DRready要件の内容 通信接続機能、外部制御機能



- カリフォルニア州は、建築物のエネルギー効率基準を定めるBuilding Energy Efficiency Standards (Energy Code)において、新築の建築物および既築戸建住宅に新規に設置される電気給湯器に対しDRready要件への準拠を義務化している。
- 国際標準化されたプロトコルの一つであるOpenADRを引用する形で要件が規定されている。

Section 110.12 (新築の建築物※1におけるシステム、機器、コンポーネントのデマンドマネジメントに関する要件について規定)

(a)DR制御

1. すべてのDR制御は、以下のいずれかでなければならない:
 - A) OpenADR 2.0 仕様書の第 11 条「適合性」で規定されている、認証された OpenADR 2.0a もしくは OpenADR 2.0b 仮想エンドノード(EMSや機器)
 - B) 認証された OpenADR 2.0b 仮想エンドノードからのDR信号に応答することが可能であり、仮想エンドノードが要求する制御機能を、制御する機器に対して自動的に実装することが可能であると、製造者によって認証されていること。
2. すべてのDR制御は、有線または無線の双方向通信経路を使用して、仮想エンドノード(EMSや機器)と通信できること。
- 4※2. 通信が無効または利用不可能な場合、すべてのDR制御は、制御が提供する他のすべての制御機能を継続して実行すること。

Section 150.2 (既築戸建住宅に設備を新規設置する、もしくは既存の設備を新しいものに交換する場合の要件について規定)

(a)1. D.給湯器

- i. 給湯器は、110.12(a)の要件を満たすか、ANSI/CTA-2045-B 通信ポートを有する通信インターフェースと共に設置されること。

※1 新築の建築物については、建物の種類(戸建、集合住宅等)は限定されていない

※2 3.はReservedの項目で内容の記載がなく、5.はサーモスタットに関する規定のため割愛

IoT機器のサイバーセキュリティ対策に関する州法



- カリフォルニア州では、ヒートポンプ給湯機を含むIoT機器に対して、「合理的なセキュリティ機能」の具備を義務づける州法が存在。
- 対策を講じなかった場合のペナルティは規定なし。

対象・項目	California Civil Code(カリフォルニア州民法) Division 3 Part. 4 Title 1.81.26. Security of Connected Devices
目的	IOT機器のメーカーに対して、当該機器に対する合理的なセキュリティ機能の具備を義務付けること
対象機器	インターネットに直接又は間接的に接続することができ、かつ、IPアドレス又はBluetoothアドレスが割り当てられている機器その他の物理的物体
対象メーカー	カリフォルニア州において機器を製造・販売する者、販売の申込みがなされている機器を製造する者、又は他人と契約して当該他人のために製造する者
求められるセキュリティ要件	(a) 以下を満たす合理的なセキュリティ機能を機器に具備すること。 (1) 機器の性能及び機能について適切である。 (2) 機器が収集、保存、送信する可能性のある情報に対して適切である。 (3) 不正な侵入、破壊、使用、変更又は開示から、機器及び聞きに含まれる情報を保護するよう設計されている。 (b) 機器がLANの外部に認証手段を備えている場合、(a)の要件を全て満たすことを条件として、以下のいずれかの要件を満たしている場合は(a)項に基づく合理的なセキュリティ機能を具備しているとみなせる。 (1) あらかじめプログラムされたパスワードが機器ごとに固有である。 (2) 機器に初めてアクセスする際に、利用者において新たな認証手段を生成することを要求するセキュリティ機能が含まれている。 (c) 機器が以下のすべてを満足する場合に、(a)の要件を満たしているとみなす。 (1) NISTのベースライン製品基準以上であること。 (2) 「NIST適合ラベリングスキーム」※による第三者による試験、検査又は認証を含む適合性評価に合格すること。 (3) 「NIST適合ラベリングスキーム」によるバイナリラベルを取得していること。
ペナルティ	ペナルティに関する規定なし

※米国で検討中のIoTセキュリティ適合性評価制度のこと。米国では自己適合宣言ではなく、第三者による試験を必須とする方針で検討が進められている。

出所) California Legislative, “California Civil Code Div.3 Pt.4 Title 1.81.26”, 閲覧日:2024年4月5日,

https://leginfo.ca.gov/faces/codes_displayText.xhtml?division=3.&part=4.&lawCode=CIV&title=1.81.26. より三菱総研作成

DRを推進する取り組みを求めるルール



- CECは、Load Management Standardsにおいて、時間帯別電気料金、電気料金データベースの整備等を大手電力会社に対し義務付けている。

1時間毎の変動型小売電気料金の提供	卸価格の限界コストを反映するため、少なくとも1時間毎に変動する地域別電気料金を設定し、需要家に提供すること
データベースへの 変動型小売電気料金の提供・更新	CECが構築したMarket Informed Demand Automation Server(MIDAS)データベースに、1時間単位で変動する小売電気料金を提供し、更新すること
サードパーティが小売電気料金に アクセスするための標準ツールの開発	第三者サービスが、自身の顧客の料金情報にアクセスすることをサポートする標準ツールを開発すること
需要家への情報提供の推進	変動型電気料金および自動化技術に関する情報を、既存の顧客教育およびアウトリーチプログラムに統合すること

出所)CEC, “Load Management Standards”, 閲覧日: 2024年4月2日, <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/topics/load-flexibility/load-management-standards> より三菱総研作成

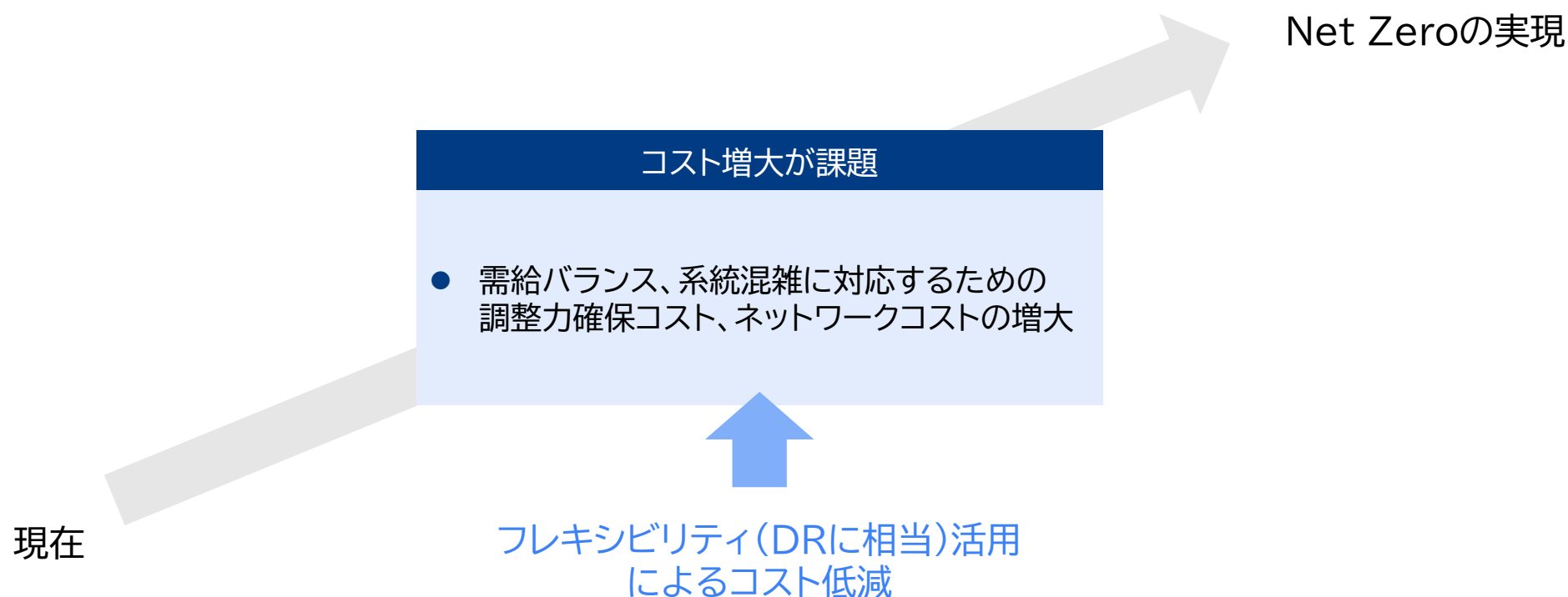
Ⅲ. 諸外国におけるDRの制度の検討状況

- 米国
- 英国
- 豪州
- 欧州

英国 | DR活用の背景・目的



- 脱炭素を目指す中、需給バランス・系統混雑対応に必要なコスト(発電コスト、ネットワークコスト)の増大が課題になっており、フレキシビリティ活用により2050年までにシステムのコストを年間100億ポンド削減することを目指している。

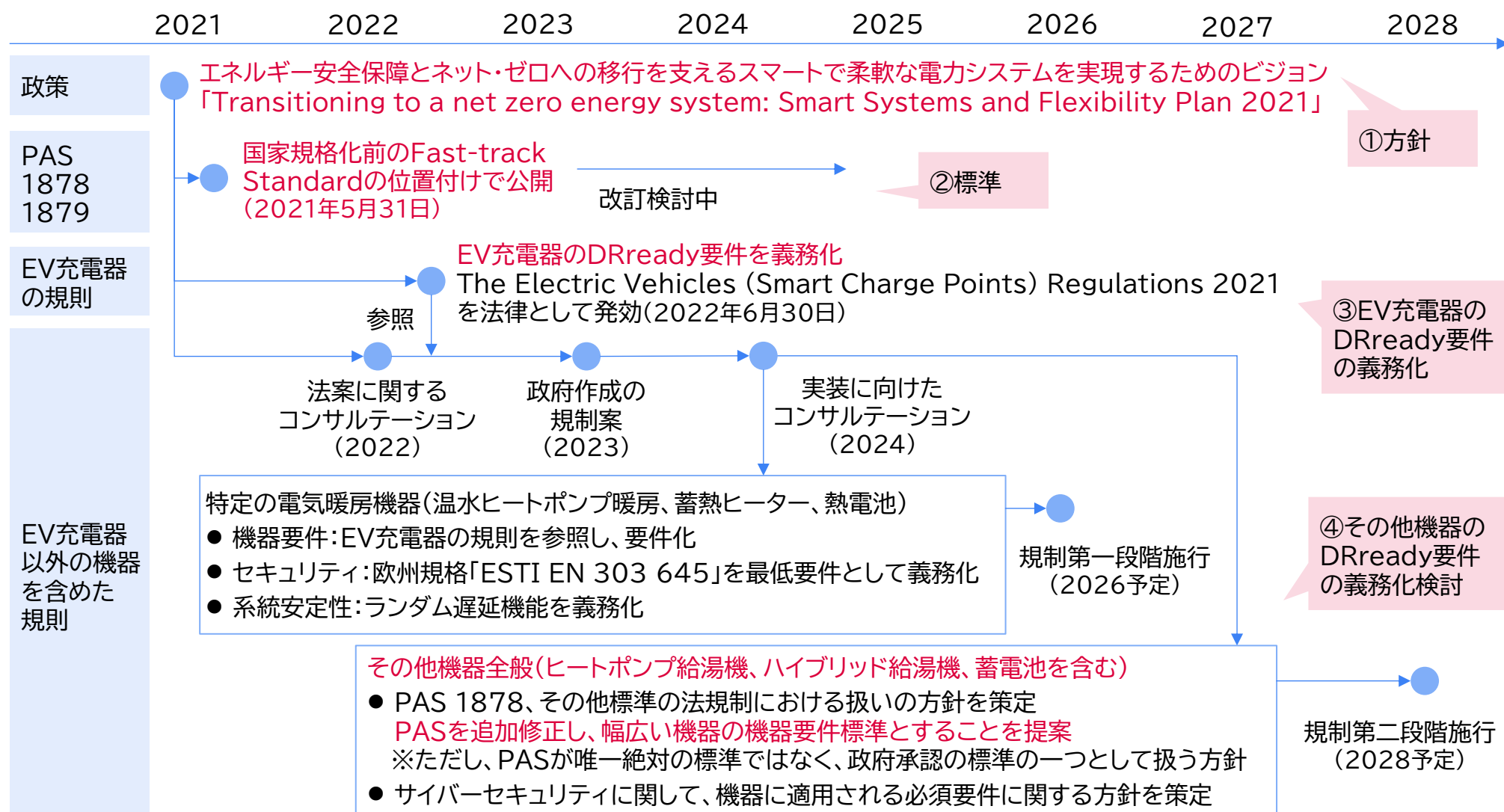


出所)英国政府, “Delivering a smart and secure electricity system: implementation”, 閲覧日:2024年12月11日,
<https://www.gov.uk/government/consultations/delivering-a-smart-and-secure-electricity-system-implementation> より三菱総研作成

英国 | DRに関する制度検討の全体像



- 前述の背景のもと、政府主導で、①方針としてのビジョン策定、②標準作成、③義務化検討が行われている。



出所) 英国政府, "Delivering a smart and secure electricity system: implementation", 閲覧日: 2024年12月11日,

<https://www.gov.uk/government/consultations/delivering-a-smart-and-secure-electricity-system-implementation> より三菱総研作成

DR活用の方針



- 政府とエネルギー規制当局Ofgemは、2021年、エネルギー安全保障とネット・ゼロへの移行を支えるスマートで柔軟な電力システムを実現するためのビジョン、分析、作業計画である「Transitioning to a net zero energy system: Smart Systems and Flexibility Plan 2021」を策定した。
- 4つの観点でビジョン・方針が示されており、そのうち「需要家のフレキシビリティ促進」として、以下のビジョン・方針が示されている。

1. 需要家の
フレキシビリティ促進

2. 系統のフレキシビリティ
に対する障壁の除去

3. 獲得したフレキシビリティに
対価を与えるための市場改革

4. システム全体の
フレキシビリティの監視

ビジョン

2020年代半ばには、スマートメーターの普及によりsmart tariff※1の選択肢が増えるとともに、相互運用可能で安全なスマート家電が幅広く利用できるようになり、それらの多くがDRに参加することで家庭需要家が報酬を得られるようになる

2030年以降には、低炭素熱機器、EVの普及により家庭需要家からのフレキシビリティが急拡大する
エネルギースマート機器(ESA)※2とサービスによる家庭需要家からのフレキシビリティ提供が一般化する

方針

- エネルギー供給事業者のスマートメーターの設置目標を設定する
- エネルギースマート機器の自主規格の業界への浸透を支援しDR対応機器の開発・普及を促進する
- 政府がエネルギースマート機器を規制する権限を持ち、相互運用性、データプライバシー、系統安定性、サイバーセキュリティの原則に裏打ちされた要件を設定する

※1 時間ごとに変化する電気料金

※2 通信可能で、電力の消費・発電量をシフトまたは調整することで、価格シグナルやその他シグナルに自動的に応答できる機器

出所) 英国政府, “Transitioning to a net zero energy system: smart systems and flexibility plan 2021”, 閲覧日: 2024年12月11日,
<https://www.gov.uk/government/publications/transitioning-to-a-net-zero-energy-system-smart-systems-and-flexibility-plan-2021>
 より三菱総研作成

標準PAS 1878、PAS 1879の概要



- PAS 1878、1879はエネルギースマート機器(ESA)の標準であり、対象に家庭用蓄電池が含まれている。
- PASは、前述のsmart systems and flexibility plan 2021に基づき、英国規格協会が産業界と協力し、DR対応機器の開発と普及、および小規模なDRの技術的枠組みの確立を目的として策定された。
- PAS 1878は、DRサービサー-CEM(Customer Energy Manager)※1間、CEM、機器を対象に満たすべき要件を、PAS 1879は、TSO、DSO、DRサービサー、小売事業者、機器メーカー等のステークホルダーに対し求められるアクションを定めている。

	PAS 1878	PAS 1879
目的	ESAの標準化された制御を可能にするため、家庭用機器がESAと識別されるために満たすべき要件と基準(機能、性能基準など)を規定	ESAの標準化された制御を可能にするため、DRサービスの実装に必要な機能、情報の流れ、通信能力、サイバーセキュリティに関する最低限の推奨事項を規定
対象	- 機器:EV充電器、電気空調(HVAC)システム、家庭用蓄電池、Wet/Dry appliances(冷蔵庫、冷凍庫、洗濯機、乾燥機、食洗器等) - CEM(DRサービサー-CEM間のインターフェース含む)	TSO、DSO、DRサービサー、小売事業者、機器メーカー等のステークホルダー
適用範囲	ESAの製造者、メンテナンス事業者に対し、機器の満たすべき要件を規定	サービスプロバイダーがDRサービスを提供する際の推奨事項を規定
規定内容	各インターフェースの要件(セキュリティを含む)、やり取りする項目、運転モード、DR運用想定	必要な機能、情報の流れ、通信能力、サイバーセキュリティに関する最低限の推奨事項
評価方法	標準に記載の検証方法に従う	規定なし

※1 DRサービサーが期待するDRの種類を個別ESAの制御指令に変換する、概念としての機能。詳細は23ページ参照
出所)The British Standards Institution, "PAS 1878:2021"、"PAS 1879:2021" より三菱総研作成

EV充電器規則の概要



- EV充電器規制「The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021」では、EV充電器の提供者に対し、通信ネットワークを介した情報の送受信が可能であること、受信した指令に応答し電力量の増減、通電時間の変更ができること、ユーザインターフェースを有していること、電力サプライヤーに関わらずDR対応可能であること等が求められている。

The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021		
目的	EV充電のスマート化を促進し電力需要の効率的な管理やエネルギーの有効活用を図るために、EV充電器にスマート機能を義務付けることを規定	
対象	EV充電器 ただし、公共用のEV充電器や急速充電器、英国国外への輸出を目的とした充電器、個人の商取引・事業・工芸・職業以外の目的で個人が設置する充電器は対象外	
適用範囲	EV充電器を製造あるいは販売する個人または法人に対し、機器が遵守すべき要件を規定	
規定内容	・ 通信ネットワークに接続して制御・通信できること ・ 電力会社を乗り換えてもスマート機能が失われないこと ・ ネット未接続時でも充電機能が維持されること ・ 人の健康または安全に対するリスクが生じる操作ができないこと ・ 充電電力量の測定・記録とその情報をユーザーが閲覧できること	・ ピーク時間帯を避けたデフォルトの充電時間の設定ができること ・ 充電開始時に最大10分のランダムな遅延ができること ・ 文書に記載のセキュリティ要件を満たすこと ・ 販売者はEV充電器に適合証書を添付すること ・ 販売者は過去10年分の販売台帳を保管すること
評価方法	・ 販売者はEV充電器に適合証書を添付する必要がある ・ EV充電器の購入者の請求があった場合には、規定に準拠していることを評価可能な「技術ファイル」を提供する必要がある	
ペナルティ	本法律の規定を満たしていないEV充電器の販売は禁止されており、違反の疑いがある場合は、英国内務省による立ち入り捜査が行われ、違反が確認された場合は民事罰が課される	

出所)legislation.gov.uk, “The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021”, 閲覧日:2025年3月18日,
<https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2021/9780348228434> より三菱総研作成

その他機器のDRready要件の義務化検討



- 英国政府は、EV充電器以外の機器に対する規則の法制化についてのコンサルテーションを行っており、各機器をDRready要件の義務化の対象とするか否かや対象とする場合の規制内容を検討している。
- ヒートポンプ給湯機は義務化を検討中、家庭用蓄電池は義務化の是非を業界に問いかけ中である。

提案内容	機器		提案理由
義務化済	EV充電器		-（2021年の規則で義務化済み）
義務化	温水ヒートポンプ暖房		DR実現に資する柔軟な機器利用の可能性が高いため。
	蓄熱暖房機		
	熱電池		
義務化を検討	温水生成・貯蔵機器	間接式電気貯湯式ボンベ	電気暖房機器とセットで設置される可能性があり、両方にスマート機能を要求すると追加コストが発生する可能性がある。
		独立型直接電気温水シリンダー	明確な柔軟性の利点があるが、バックアップとして活用されているケースが多くDSRの機会が限られる可能性がある。
		ヒートポンプ給湯機	明確なフレキシビリティ(DR)提供の利点がある。
	ハイブリッドヒートポンプ (ヒートポンプ給湯機と別の熱生成技術(主に化石燃料ボイラー)を組み合わせたもの)		多様なハイブリッドの形態があり制度化が困難であるが、ピーク時にガス利用に切り替えること等により消費者の費用削減が見込まれる。
義務化保留	家庭用蓄電池		義務化・法制化はされていないが、すでにスマート化が十分に進んでいると想定されるため、実運用と政府による義務化の内容に齟齬がないよう慎重に法制化を進める必要がある。
	代替電気技術 (電気パネルヒーター、赤外線ヒーター等)		市場が未熟かつ小規模であり、現段階での規制がイノベーションを妨げてしまう恐れがある。

出所) 英国政府, “Smart Secure Electricity Systems Programme: Energy Smart Appliances. Consultation on how government will ensure the appropriate regulation of energy smart appliances”, 閲覧日: 2024年5月24日,
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/661e437d0b9916e452bd3d82/smart-secure-electricity-systems-2024-energy-smart-appliances-consultation.pdf> より三菱総研作成

その他機器のDRready要件の義務化検討 蓄電池



- 英国政府は、EV充電器以外の機器に対する規則の法制化についてのコンサルテーションを行っており、蓄電池をDRready要件の義務化の対象とするか否かや対象とする場合の規制内容を検討している。
- 政府は、実運用と政府による義務化の内容に齟齬がないよう慎重に法制化を進める必要があるとしており、業界に対し現在のスマート化の状況や要件義務化の対象とすべきかについて意見募集している。

蓄電池のDRready要件義務化に対する英国政府の見解

- 現時点では対象とする予定はない(未定)。
- 既にスマートな方法で運用されている可能性が高いため、法制化による業界の混乱は最小限であり、政府のアプローチ全体の一貫性も確保することができる。
- 一方、スマート機能は必ずしも政府の要件の定義と一致するとは限らない中、現状のスマート機能の実装状況を十分に評価できていない。
- 既にスマートな方法で運用されている場合、法制化なしでも市場原理においてスマート化できる可能性がある。

政府から業界への意見募集内容

1. 独立型の家庭用蓄電池を、第一段階の規制で規定される要件の対象として将来の法律に含めるべきか。
2. 設置されている家庭用蓄電池のうち、どの程度の割合がスマート機能※を有しているかのデータを持っているか。
3. スマート機能を備えた家庭用蓄電池が、コンサルテーションで示された最低要件(以下)をどの程度満たしているか。
 - ✓ サイバーセキュリティ要件:EN 303 645への準拠
 - ✓ 系統安定化要件:ランダム遅延機能の具備

※通信が可能で、価格やその他のシグナルに反応し、電力消費をシフトまたは調節できる機能

出所)英国政府, “Smart Secure Electricity Systems Programme: Energy Smart Appliances”, 閲覧日:2024年12月11日,

<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6659f0147b792ffff71a8601/smart-secure-electricity-systems-2024-energy-smart-appliances-consultation.pdf> より三菱総研作成

その他機器のDRready要件の義務化検討 ハイブリッド給湯機

- 英国では、ハイブリッド給湯機もDRready要件の対象とすべきかの議論が行われている最中。
- ハイブリッド給湯機もDRready要件の対象とする政府案が出され、それに対する意見募集が行われている。

ハイブリッド・ヒートポンプ(または「ハイブリッド」)は、ヒートポンプと別の熱生成技術(通常は化石燃料ボイラー)を組み合わせたものである。ハイブリッド暖房システムを構築するために、各コンポーネント技術がどのように動作するかを管理するために、共通の制御装置が使用されることが多い。

ハイブリッドには、他の電気暖房器具と比べてユニークな柔軟性がある。

ハイブリッドは、独立したヒートポンプと同じ柔軟性サービスを提供できるが、熱的快適性を維持するために燃料源を切り替えることもできる。電力需要がピークに達し、そのため割高になる可能性がある場合、ハイブリッドはヒートポンプの使用を代替熱源(たとえばガスボイラー)の使用に切り替えることができる。これにより、消費者はコスト削減を実現できる。

ピーク時の需要を大幅に削減するために燃料を大幅に切り替えた場合、必要な発電量が少なくなり、ネットワークも同程度の補強が不要になる可能性がある。

ヒートポンプや代替熱源と通信するハイブリッド暖房システム全体の制御(または「共通コントローラー」)を1つにすることで、消費者の操作性を向上させることができる。

スマート・ハイブリッド制御は、ランニングコストの最小化、二酸化炭素排出量の削減、DSRサービスの提供、あるいは複数の目的のバランスの達成のために、システムの運転を最適化することによって、さらなる利益をもたらすことができる(ハイブリッドが正しく設計され設置されていることが前提)。

燃料価格のシグナル、天候や気温に関するリアルタイムの情報、建物の熱効率に関するシステムの学習、系統運用者からのシグナル、消費者が入力した暖房ニーズなど、さまざまな入力に応じて運転を変化させることができる。

その他機器のDRready要件の義務化検討 ハイブリッド給湯機

英国のハイブリッド市場は、単体のヒートポンプ市場よりもはるかに小さいかもしれないが、ハイブリッドヒートポンプを義務化の範囲に含めることで、一貫性を確保することができる。

我々は以前、ヒートポンプの要素を取り込むことを義務化する意向を表明した。

そこで我々は、共通のコントローラーを使用するハイブリッドヒートポンプシステム全体にスマート義務化を適用することを提案する。

これは、各コンポーネントの熱源を最適に作動させる共通の制御装置に要件を課すことで達成される。

ハイブリッドの「共通制御装置」または「共通コントローラー」は、通常、ヒートポンプ（電気暖房機器である）を操作するためのソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェアを共有するため、ESAの定義に該当する（他の燃料源の運転も制御しているかどうかにかかわらず）。

電気ヒートポンプとボイラーで構成されるハイブリッド・ヒートポンプ製品やシステム、既存のボイラーと一緒に購入・設置されるヒートポンプ（レトロフィット・ハイブリッド）、ボイラーとヒートポンプの別々の製品をメーカーや設置業者が組み合わせて一つの暖房システムにしたもの（パッケージ・ハイブリッド）、システムの一部または全部が同じユニットに統合されたもの（統合ハイブリッド）など、多種多様なハイブリッド・ヒートポンプ製品があることを認識している。

そのため、様々なタイプのハイブリッド車に対してスマート機能を義務付けるかどうか、またどのように義務付けるか、またスマート義務付けのために「ハイブリッドヒートポンプ」をどのように定義するのが最適かを検討している。

我々は、水熱ヒートポンプ、蓄熱式ヒーター、熱電池に加えて、最適化された共通制御を使用しなければならないシステム全体として、ハイブリッドヒートポンプシステムにもスマート義務化を適用することを提案する。

(参考)その他機器のDRready要件の義務化検討 HEMS



- コンサルテーションの中で英国政府は、現在は問題になっていないものの2030年代には家庭内の複数機器がDRに対応できるようになることで課題が生じる可能性があることと、それに対しHEMSやその他の方法で解決できる可能性があることを指摘している。
- ただし、HEMSは普及しておらず標準化されていないため、コンサルテーションの中で以下2点について業界の意見を求めている。

HEMSに関する政府から業界への意見募集内容

1. 将来、複数のデバイスを持つ家庭は問題を抱えることになると思うか。
2. HEMSの定義とその内容。
スマート化の技術的枠組みの中で、HEMSが果たす役割があるとすれば、それは何だと考えているか。

出所)英国政府, “Smart Secure Electricity Systems Programme: Energy Smart Appliances”, 閲覧日:2024年12月11日,
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6659f0147b792ffff71a8601/smart-secure-electricity-systems-2024-energy-smart-appliances-consultation.pdf> より三菱総研作成

EV充電器規則のコンテンツ



- EV充電器規制「The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021」では、標準を引用せず規則に直接記述する形で、EV充電器がDRのために具備すべき機能や満たすべきセキュリティ要件が規定されている。

Part 1 序論	
	1. 引用、発効日および対象範囲
	2. 用語の解釈
	3. 適用対象
	4. 充電ポイントの販売

Part 2 充電ポイントに関する要件	
	5. スマート機能
	6. 電力サプライヤーの相互運用性
	7. 通信ネットワークのアクセス喪失
	8. 安全性
	9. 計測システム
	10. オフピーク充電
	11. ランダムな遅延
	12. セキュリティ
	13. 保証
	14. 販売登記

Part 3 総則	
	15. 施行
	16. サービス
	17. 検討

附則1 セキュリティ	
	1. 一般原則
	2. パスワード
	3. ソフトウェア
	4. 高感度なセキュリティパラメータ
	5. 安全な通信
	6. データインプット
	7. 操作性
	8. 攻撃に対する保護
	9. (本文中タイトル無し)
	10. セキュリティログ
	11. 情報の提供
附則2 規則の執行	

通信接続機能・外部制御機能



- 通信ネットワークを介した情報の送受信が可能であること、受信した指令に応答し電力量の増減、通電時間の変更ができること、ユーザインターフェースを有していること、電力サプライヤーに関わらずDR対応可能であること等が求められている。
- 特定のインターフェースやプロトコルへの準拠は求められていない。

スマート機能

5. (1)対象となる充電ポイントは、スマート機能を有していなければならない。
- (2)以下の場合、対象となる充電ポイントはスマート機能を有するとみなす：
- (a)通信ネットワークを介して情報の送受信が可能
 - (b)当該充電ポイントが受信した信号又はその他の情報に対し、以下の応答が可能：
 - (i)充電ポイントを流れる電力量を増減させる
 - (ii)充電ポイントにおける通電時間を変更する
 - (c)(a)、(b)の機能を使用し、デマンドサイドレスポンス(DSR)サービス応答を含む、DSRサービスの提供が可能である。および
 - (d)本規則に従って充電ポイントを操作することを可能にするユーザインタフェースが、少なくとも1つ充電ポイントに組み込まれている、もしくは所有者が利用出来るようになっている。

電力サプライヤーの相互運用性

6. 対象となる充電ポイントは、所有者が電力サプライヤーを変更した場合にスマート機能を停止するような設定にしてはならない。

通信ネットワークのアクセス喪失

7. 対象となる充電ポイントは、通信ネットワークへの接続が停止した場合でも、EVを充電出来るように設定されなければならない。

通信接続機能・外部制御機能



- 計測すべき項目および、データの粒度、計測誤差、通信によるデータの提供について規定されている。

計測システム

9. (1)対象となる充電ポイントは、それが使用される毎に、以下を測定または計算するように設定されなければならない：
- (a)WhまたはkWh単位での、充電もしくは(場合により)放電された電力量
 - (b)充電もしくは放電時間
- (2)対象となる充電ポイントは、当該充電ポイントの所有者が以下の情報を参照し、(1)で言及された情報を閲覧出来るように設定されなければならない：
- (a)充放電を行った、直近12カ月の任意の日時
 - (b)直近12カ月の任意の月
 - (c)直近12カ月全体
- (3)対象となる充電ポイントは、以下が可能となるよう設定されなければならない：
- (a)それが使用される毎の、充電もしくは(場合により)放電された電力量の1秒単位、かつWhまたはkWh単位での測定もしくは計算
 - (b)通信を介した(a)の情報の提供
- (4)対象となる充電ポイントは、以下のように設定されなければならない：
- (a)上記(1)もしくは(3)に従って測定もしくは計算された数値の誤差が、実際の数値の10%以内であること および
 - (b)誤差が計画的なものでないこと。本規定において、当該充電ポイントの設計もしくは製造の結果、誤差が一貫もしくは予測可能である場合、計画的とする

通信接続機能・外部制御機能



- 動作開始時におけるランダムな秒数の遅延および、遅延秒数の通信を介した変更、遅延設定の無効化について規定されている。

ランダムな遅延

11.(1)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：

(a)各当該時刻において、最大1800秒の遅延を伴って動作可能。当該遅延の継続時間は、各当該時刻において秒単位でランダムに決定 および

(b)(2)(a)で言及される遅延の最大継続時間について、通信を介し遠隔で増減可能

(2)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：

(a)(2)(b)および(3)に従い、各当該時刻において最大600秒の遅延を伴って動作。当該遅延の継続時間は、各当該時刻において秒単位でランダムに決定

(b)各当該時刻において、当該充電ポイントの所有者は上記(a)で言及された遅延を取消することが可能

(3)対象となる充電ポイントは、以下の場合に(2)(a)で言及された遅延が行われないように設定されなければならない：

(a)所有者、もしくは所有者ではない当該充電ポイントのエンドユーザがそれを無効化した場合

(b)当該時刻について、当該充電ポイントの運用に対し、同等のランダムな遅延が既に適用されていた場合 もしくは

(c)当該時刻において、DSR応答サービス提供を行っている場合

(4)本規定において「当該時刻」とは、(2)(a)で言及された遅延が無い場合、以下を意味する：

(a)車両充電のため、当該充電ポイントへの通電が開始される時刻 もしくは

(b)当該充電ポイントへの電力量が増減する時刻

英国 | EV充電器 DRready要件の内容 セキュリティ



- 「パスワード」では、パスワードの条件が規定されている。
- 「ソフトウェア」では、セキュリティの更新、更新内容の検証、不正の変更の検知等について規定されている。

一般原則

1. 対象となる充電ポイントは、以下に対し適切な保護を提供するよう設計、製造、設定されなければならない：

- (a) 電力システムに対し、危害もしくは障害を与えるリスク
- (b) 当該充電ポイントに対し、危害もしくは障害を与えるリスク
- (c) 当該充電ポイントの所有者、もしくは所有者ではない当該充電ポイントのエンドユーザの個人データ

パスワード

2. 対象となる充電ポイントは、パスワードが使用される場合、以下のように設定されなければならない：

- (a) 当該充電ポイントにのみ使用可能なものであり、一般に入手可能な情報に由来するもの、もしくは基づくものではなく、所有者によって設定されたものであること および
- (b) 当該充電ポイントおよび他の充電ポイントの両方に対し適用されている規定のパスワードにはリセット出来ない

ソフトウェア

3. (1)対象となる充電ポイントは、安全に更新可能なソフトウェアを組み込まなければならない。

(2)(1)における安全な更新とは、サイバー攻撃を防止するため適切な暗号化手段を用いて更新されることをいう。

(3)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：

- (a)所有者による最初の設定時、および、その後は定期的に、利用可能なセキュリティアップデートがあるか確認
- (b)データの出所と内容の両方を参照することで各ソフトウェアの更新予定の信頼性と完全性を検証。信頼性と完全性が検証された場合にのみ更新を適用

(c)デフォルトで、ソフトウェアの更新予定について所有者に通知

(d)所有者は、無理なくソフトウェア更新を実施可能

(4)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：

- (a)セキュアブートメカニズムを介し、そのソフトウェアが、上記(3)(b)に従い検証されたソフトウェア更新以外で変更されていないことの検証
- (b)ソフトウェアに対する不正な変更が検出された場合、所有者に通知し、この通知目的以外での通信接続を実施しない

出所)英国政府, “The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021”, 閲覧日:2024年5月10日,
<https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2021/1467/contents/made> より三菱総研作成

セキュリティ



- 「機密セキュリティパラメータ」では、セキュリティ認証情報の保護について規定されている。
- 「安全な通信」では、通信の暗号化について規定されている。
- 「データインプット」では、データの種類及び形式の検証や、データの廃棄について規定されている。
- 「操作性」では、充電器への所有者の個人データ登録および削除について規定されている。

機密セキュリティパラメータ

4. (1)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：

- (a)セキュリティ認証情報が当該充電ポイントに保存されている場合、これらを強固なセキュリティ手段で保護
- (b)そのソフトウェアでは、ハードコーディングされたセキュリティ認証情報は使用しない

(2)本パラグラフにおいて：

- (a)「ハードコーディングされた」とは、当該充電ポイントのソースコードの一部を成し、ソースコードの修正以外では変更出来ないデータをいう
- (b)「セキュリティ認証情報」とは、当該充電ポイントが適切な権限を付与された者によって使用、もしくはアクセスされているか検証する方法をいう

安全な通信

5. 対象となる充電ポイントは、当該充電ポイントから送信される通信が暗号化されたものになるよう設定されなければならない。

データインプット

6. (1)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：

- (a)データインプットは、そのデータの種類および形式が、そのデータが関連する機能において想定されるものと一致するかどうか検証される
- (b)検証出来ない場合、そのデータは、当該充電ポイントによって安全な方法で廃棄もしくは却下

(2)(1)のデータインプットには、ユーザインタフェース、アプリケーションプログラミングインタフェース、または通信ネットワークを介して入力されるデータを含む

操作性

7. (1)対象となる充電ポイントは、充電ポイントの設定および運用に関連して、所有者が必要とするインプットを最小化するように設定されなければならない。

(2)対象となる充電ポイントは、所有者が無理なく個人データを削除出来るよう設定されなければならない

セキュリティ



- 「攻撃に対する保護」では、物理的な保護や改ざん防止機能、改ざんの検知等について規定されている。
- 「セキュリティログ」では、改ざんや不正アクセスの記録について規定されている。

攻撃に対する保護

8. (1)対象となる充電ポイントは、充電ポイントへの物理的な損害に対し適切なレベルの保護を提供出来るよう設計・製造されなければならない。
- (2)特に、充電ポイントの内部部品を保護するため、対象となる充電ポイントは改ざん防止領域(tamper-protection boundary)を組み込まなければならない。
- (3)対象となる充電ポイントは、以下に対し適切なレベルの保護を提供出来るよう設計・製造されなければならない：
- (a)ユーザインターフェース および
 - (b)ユーザインターフェースを介する以外の当該充電ポイントの使用もしくは使用の試み
9. (1)対象となる充電ポイントは以下のように設定されなければならない：
- (a)(成功如何を問わず)改ざん防止領域を侵害する試みがあった場合、所有者に通知
 - (b)そのソフトウェアは、機能を提供するために必要な最小レベルのアクセス権限のみで実行
 - (c)当該充電ポイントの通常運用に必要とされない、もしくはその他本規則の要件に準拠するために必要とされない論理的または物理的なネットワークインターフェースは無効化
 - (d)当該充電ポイントの運用に必要でない限り、所有者のソフトウェアサービス利用は不可
 - (e)試験もしくは開発の目的で使用され、当該充電ポイントの運用中には使用されないハードウェアインターフェースは非公開

セキュリティログ

- 10.(1)対象となる充電ポイントはセキュリティログを組み込まなければならない。
- (2)本パラグラフにおいて「セキュリティログ」とは(成功如何を問わず)以下の試みを含む、当該充電ポイントのセキュリティに関連する事象の電子記録をいう：
- (a)改ざん防止領域の侵害
 - (b)当該充電ポイントの改ざん もしくは
 - (c)当該充電ポイントへの不正アクセス
- (3)セキュリティ・ログへの入力、協定世界時(Coordinated Universal Time)を基準として、事象が発生した日時を記録しなければならない。

セキュリティ



- 「情報の提供」では、セキュリティに関する懸念点の報告先や報告方法、ソフトウェア更新の期間や更新時の充電器の設定、個人データ削除について規定されている。

情報の提供

11.(1)対象となる充電ポイントが販売される場合、(2)から(4)の要件に準拠する情報を一緒に提供しなければならない。

(2)その情報には、サイバー攻撃に対する脆弱性を含め、当該充電ポイントのセキュリティに関し特定された懸念点もしくは問題点を所有者が報告するための方法を明記されていなければならない。特に、当該情報には、懸念点もしくは問題点を報告可能な連絡先の詳細が記載されていなければならない。

(3)その情報には、当該充電ポイント製造者もしくはその代表者によってソフトウェア更新が実施される期間がある場合には、その期間が明記されていなければならない。

(4)その情報は：

- (a)適切なセキュリティ保護で当該充電ポイントの設定を行うためのガイダンスを記載
- (b)当該充電ポイントから個人情報を削除するための指示を含む

要件準拠の評価方法



- EV充電器の販売に際し、適合証書の添付が求められている。
- EV充電器の購入者の請求があった場合には、規定に準拠していることを評価可能な「技術ファイル」を提供することが求められている。
- ただし、適合証書を発行するための具体的な試験方法は規定されていない。

保証

13.(1)対象となる充電ポイントが販売される場合、**適合証書を添付しなければならない。**

(2)適合証書とは以下の文書を意味する：

- (a)モデルもしくは形式を参照し、対象となる充電ポイントを特定
- (b)当該充電ポイントが本規定を準拠していること、および当該充電ポイントが本規定を準拠していることを保証する責任を販売者が有する旨を記載
- (c)販売者の氏名および住所を含む および
- (d)販売者もしくはその代表による署名および日付を記載

(3)対象となる**充電ポイントに関する技術ファイル**がなければならない。

(4)対象となる**充電ポイント**を販売された者が**技術ファイルの写し**を請求した場合、その写しを提供しなければならない。

(5)本規定において**技術ファイル**とは、当該充電ポイントが本規定を準拠していることを評価出来るようにする**文書**であり、(6)に定める要件を満たすものをいう。

(6)技術ファイル内の文書は以下でなければならない：

- (a)当該充電ポイントの設計、製造および運用に言及
- (b)当該充電ポイントの概要、および運用マニュアルの写しを含む
- (c)(7)に従い、本規則の5から11まで、および附則1の1から10までの**要件を満たすために用いられる対策方法について、平易な英語で記載された説明を含む**
- (d)文書内で使用されている図表、もしくは描画について、平易な英語で記載された説明および記述を含む
- (e)当該充電ポイントに関して、**本規則への準拠を証明するため関連するとみなされる完了した試験のレポートの写し**を含む
- (f)販売時に当該充電ポイントで稼働しているソフトウェアのバージョンに関する**詳細**を含む および
- (g)販売時における最新版

(7)4(2)により、対象となる充電ポイントが本規則の附則1の1から10項の要件に準拠しない場合、(6)(c)で言及された説明においてこれらの要件に触れる必要はない

EV充電器規則における要件準拠の評価方法の規定



- 適合証書および技術ファイルのフォーマットは英国政府のWebサイトで公開されている。

適合証書のテンプレート

販売者名、メーカー名、品番、ソフトウェアバージョン、セキュリティ要件への準拠状況、DRに関する同意事項、販売日、サインが項目に含まれる。

Statement of Compliance

The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021

This template is provided to assist sellers of relevant charge points that are subject to the Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021 ("the Regulations") in meeting the requirements of Regulation 13.

This requires the seller to provide a statement of compliance with the sale of any relevant charge point.

The seller is not mandated to use this template, but any alternative format must meet the requirements of the Regulations.

The seller,

Seller name	
Seller address	

declares under sole responsibility that the relevant charge point,

Charge point make		
Charge point model		
Software version at point of sale		
Compliance with Schedule 1 security requirements	Yes / No	Delete as appropriate. Compliance with Schedule 1 is required from 30 December 2022
Details of Demand Side Response (DSR) agreement if present		
Manufacturer name		
Manufacturer address		
Date of sale		

complies with the device-level requirements set out under the Electric Vehicles (Smart Charge Point) Regulations 2021, as detailed in the technical file (available on request).

Signature	
Authorised to sign on behalf of seller	
Name	
Date	

技術ファイルのテンプレート

要件の項目(スマート機能、電力サプライヤーの相互運用性、通信ネットワークのアクセス喪失、安全性、計測システム、オフピーク充電、ランダムな遅延、セキュリティ)ごとに technical solutionを任意書式で記載する形式になっている。
スマート機能の場合は下表。

Requirement	Technical solution adopted to meet the requirement
Charge point is able to send and receive information via a communications network	
Charge point is able to respond to signals or other information received by it by: - Increasing or decreasing the rate of electricity flowing through the charge point - Changing the time at which electricity flows through the charge point	
Charge point is capable of using this functionality to provide demand side response services, including response DSR services	
Charge point has at least one user interface, incorporated in the charge point or otherwise made available to the owner	

出所)英国政府, "Regulations: electric vehicle smart charge points", 閲覧日:2024年5月25日, <https://www.gov.uk/guidance/regulations-electric-vehicle-smart-charge-points> より三菱総研作成

EV充電器規則におけるペナルティの規定



- 本法律の規定を満たしていないEV充電器の販売は禁止されており、違反の疑いがある場合は、英国内務省による立ち入り捜査が行われ、違反が確認された場合は民事罰が課されることが規定されている。

充電器の販売

4.(1) (2)に定められる場合を除き、次に定める要件を満たさない充電器の販売、販売の申し立て、広告を禁ずる。

(ア)充電器は、本法律の規則5から11、および附則1の規則1から10の要件に準拠していること。

(イ)充電器の販売にあたっては、本法律の規則13および14、および附則1のパラグラフ11の関連する充電ポイントの販売に関連する要件が遵守されていること。

(2)本法律の附則1の要件は、2022年12月30日より前に販売された関連する充電ポイントに関して遵守する必要はない。

附則2. 規則の執行

Part1. 調査権限

- 1.情報通知
- 2.情報通知の執行
- 3.令状なしの立入権限
- 4.令状による立入権限
- 5.調査等の権限
6. (タイトルなし)
- 7.差押え及び留置に対する補償
- 8.執行当局に対する妨害及び虚偽の陳述

Part2. 民事制裁

- 9.遵守通知
- 10.民事罰
- 11.民事罰の上限額
- 12.意思表示
- 13.意思表示が送達された者
- 14.最終通告
15. (タイトルなし)
16. (タイトルなし)
- 17.不服申し立て
18. (タイトルなし)
- 19.罰則の執行

Part3. 強制執行

- 20.強制執行
- 21.強制執行の内容
- 22.強制執行の受諾
- 23.強制執行の解除
- 24.上訴
- 25.不正確、不完全または誤解を招く情報
- 26.強制執行の不履行

Part4. 強制執行の公表

27. (タイトルなし)

EV充電器規則におけるペナルティの規定



- 具体的なペナルティとして、罰金、強制措置が講じられたことの公表について規定されている。

民事罰

- 10.-(1) 第 9 項に基づき送達された遵守通知に従わない者がいる場合、執行機関は、その者に民事罰の支払いを求めることができる。
- (2) 執行機関が以下の規則への違反があったとみなす場合執行機関は、違反者に民事罰の支払いを求めることができる。
- (a) 規則4(充電ポイントの販売)
 - (b) 本附則2の第8項(執行当局に対する妨害及び虚偽の陳述)
- (3) 執行機関は、不遵守または違反に合理的な弁解があったことを、蓋然性の均衡に照らして納得した場合、(1)または(2)に従い、民事罰の支払い要求することはできない。
- (4) 執行機関は、措置が適切であると判断した場合、第9項に基づく遵守通知を最初を送達することなく、第(2)項(a)に従い民事罰の支払いを人に求めることができる。
- 11.-(1) 民事罰の最高額は以下のとおりである。
- (a) 規則4への違反があった充電器ごとに£10,000。
 - (b) 附則2の第8項に違反した場合、£250,000。
- (2) 施行機関は、第 10 項に基づき民事罰の支払を求める前に、民事罰の適切な金額を決定する上で合理的な期間内に、当該者に対し、合理的な情報を提供しよう求めることができる。
- (3) 過料は、統合基金に納付しなければならない。

強制措置の公表

- 27.-(1) 施行官庁は、以下のケースが発生した場合は随時公表しなければならない。
- (a) 民事制裁が課されたケース
 - (b) 強制執行が行われたケース
- (2) (1)(a)号において、民事上の制裁が課された場合とは、制裁が課されたが上訴により覆された場合を含まない。
- (3) 本項は、公表が不適切であると執行当局が判断した場合には適用されない。

DRready要件の概要(標準 PAS 1878)



- PAS 1878は、通信接続機能、外部制御機能、セキュリティについて規定している。

項目		概要
通信接続機能	システム構成	- DRサービサー、ESA、CEM(DRサービサーが期待するDRの種類を個別機器ごとの制御指令に変換する機能※1)が接続されている構成を想定している - サーバ経由やHEMS経由等、様々な仕組みに対応できるようにしている
	要件の内容	- DRサービサーとESAの間で、情報の損失や破損を伴わずに変換できるようにするためのインターフェースを持つことを求めている - DRサービサー-CEM間で、デバイスの登録、登録解除、フレキシビリティオファ、DSR イベント、ステータス、サイバーセキュリティ侵害に関する情報を交換することができること、少なくともOpenADRに対応できることを求めている
外部制御機能	DRモード	DR時のプロファイルとして想定されている
	DRサービサーとの連携方法	ESAがDRモードのプロファイルを事前にDRサービサーに通知し、DRサービサーが選択・指令する
セキュリティ	データ	- データプライバシーは各国のデータ保護法に従う - セキュリティに関する機密情報をNIST FIPS140-2※2のレベル3に準拠した保存場所に保管する
	通信	- インターフェースにおける相互認証と暗号化にはTLS v1.3(またはそれ以降)およびX.509証明書を使用する - 製造業者またはサービスプロバイダは、認証、暗号化、および署名を使用した証明書の提供プロセスを構築する
	機器	- ESAとCEMはEN303 645※3に準拠する - 設計・業務プロセスが、BS EN ISO/IEC 27000を含むベストプラクティス基準に適合していることを保証する
	運用	- CEM・ESAは、新しいDRサービサーに登録する前に、既存のDRサービサーからの登録を解除する必要がある - ESA/CEM製造業者は、EN303 645に含まれる脆弱性報告管理規定に従い、脆弱性を公表する

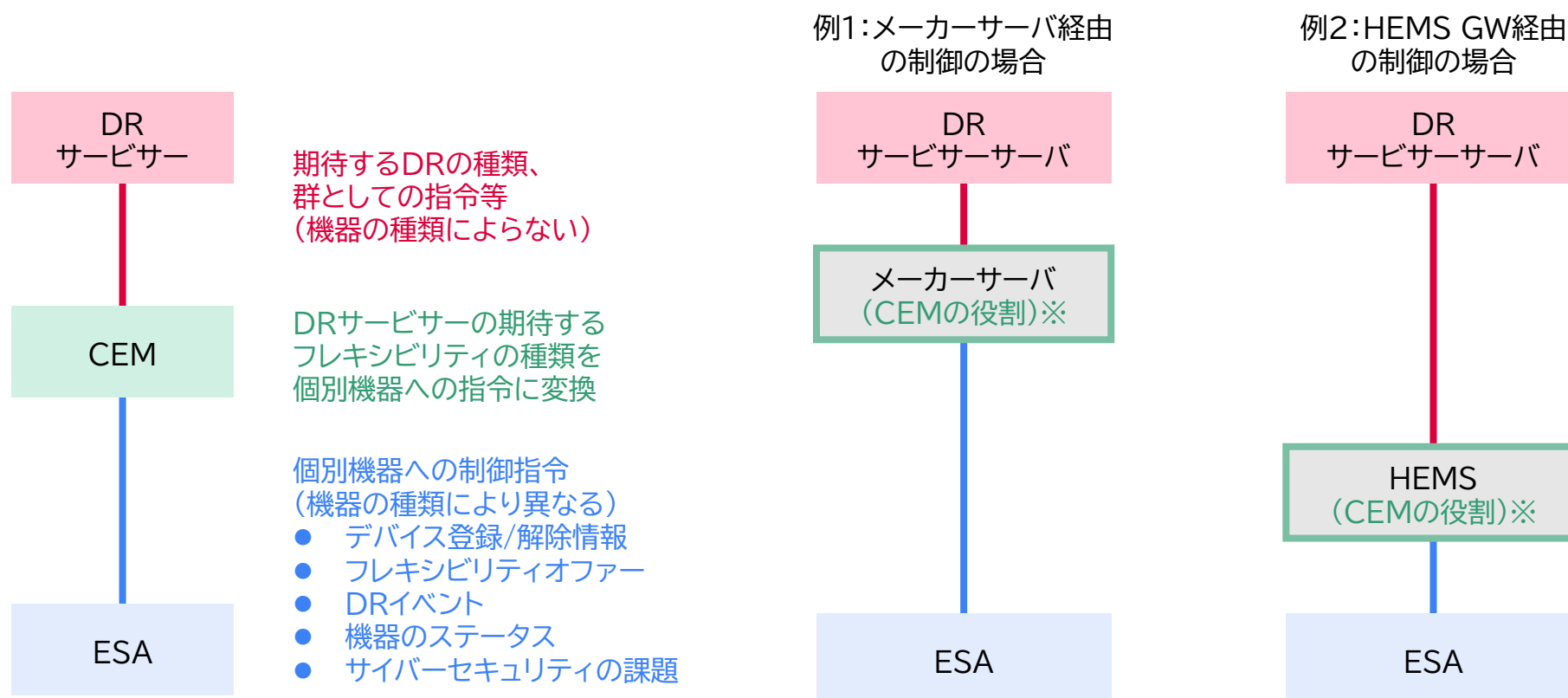
※1 詳細は次ページ参照 ※2 暗号モジュールのためのセキュリティ要件を規定する規格

※3 すべての民生用IoT機器に適用される一連の基本的なサイバーセキュリティに関する規定を提供する欧州規格
出所) The British Standards Institution, "PAS 1878:2021", "PAS 1879:2021" より三菱総研作成

通信接続機能(システム構成)



- DRサービサーが期待するDRの種類(例:周波数調整)を、個別ESAごとの制御指令に変換する役割を持つCEMという機能を定義している。
- CEMは、概念としての機能であり、メーカーサーバーやHEMSといった構成要素がその機能を担うことが想定されている。
- 機器は、ESAとして活用できるように最低限CEMとともに提供されることが必要であるとされている。

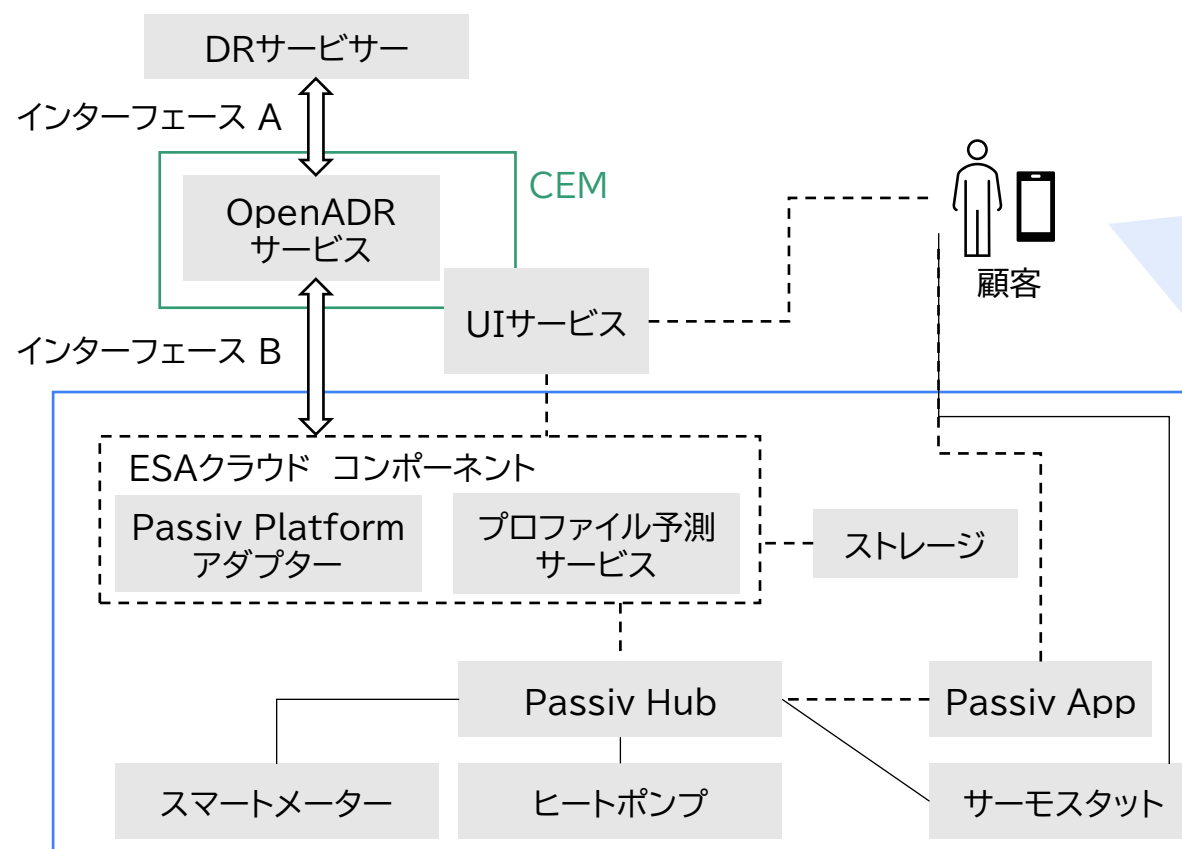


※あくまでも一例であり、同じシステム構成でも別の構成要素(例:スイッチデバイス等のHEMS以外の需要家側の装置やクラウド上のサービス)がCEMの機能を持つ場合もある
出所) The British Standards Institution, "PAS 1878:2021"、"PAS 1879:2021" より三菱総研作成

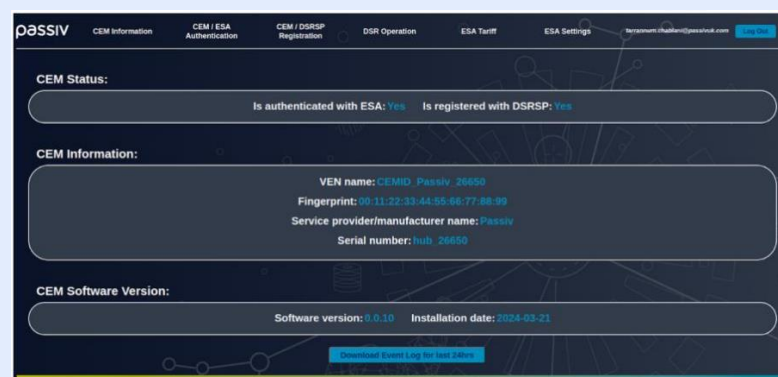
英国 | ヒートポンプ給湯機・ハイブリッド給湯機・蓄電池 DRready要件の内容 (参考)CEMの具体例



- 英国政府の実証プログラム「Interoperable Demand Side Response Programme」では、PASを満たすDRの実証として、複数事業者が異なる機器やアーキテクチャーのDRを実施している。
- 例えばPassive UKとSamsung Electronics UKによるヒートポンプ給湯機の制御では、クラウド上にCEM機能を持ち、ユーザーインターフェースから管理できるようになっている。



CEMのユーザーインターフェースのイメージ



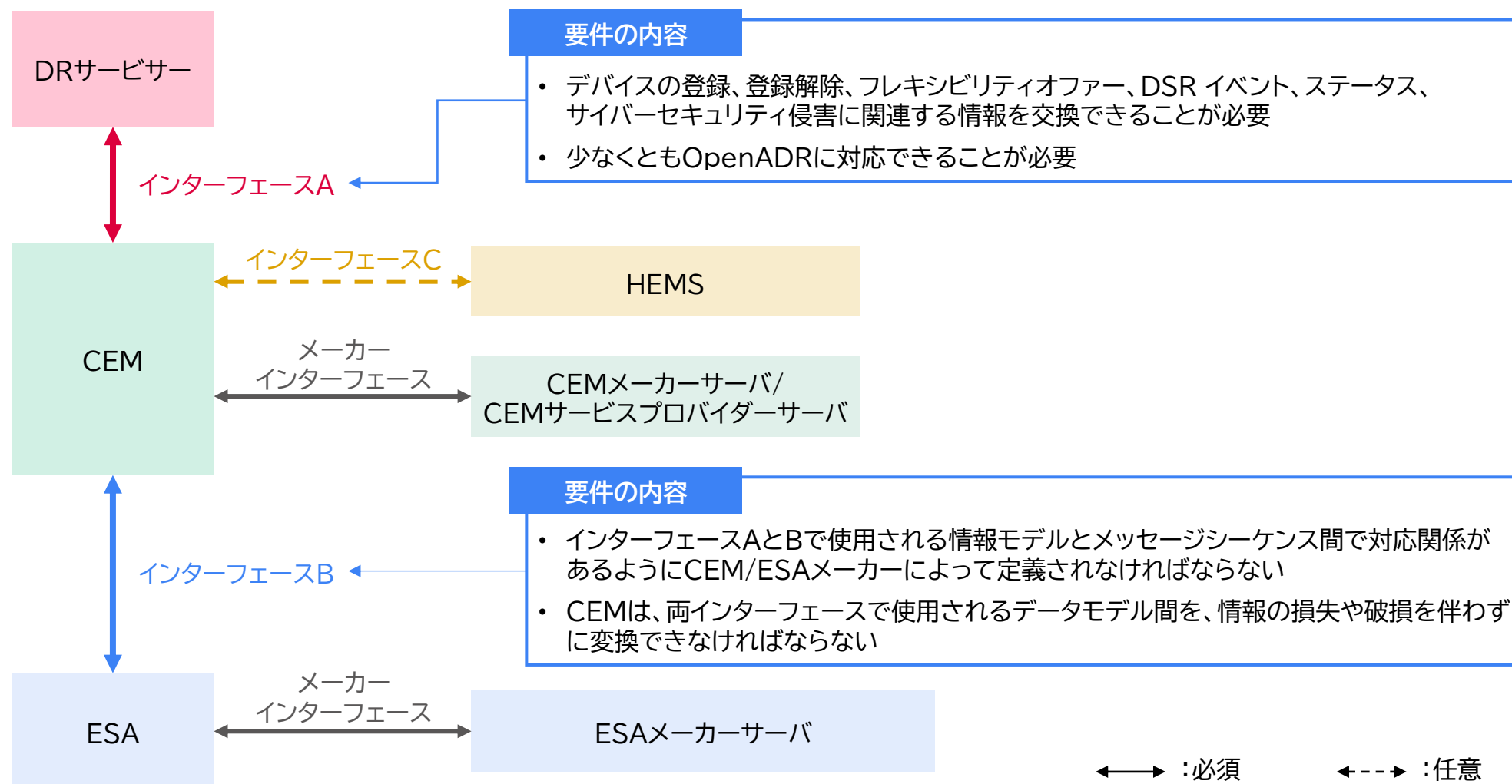
ESA

出所)英国政府, “Interoperable Demand Side Response Programme: projects Streams 1-3”, 閲覧日: 2024年12月16日,
<https://www.gov.uk/government/publications/interoperable-demand-side-response-programme-successful-projects/interoperable-demand-side-response-programme-successful-projects#stream-1>
 Open ADR, “Energy Smart Heat Pump: 2nd OpenADR Users Conference Europe”, 閲覧日: 2024年12月16日,
https://www.openadr.org/assets/1_1_1_Passiv_Samsung%20OpenADR%20Conference%20IDSR%20Presentation.pdf より三菱総研作成

英国 | ヒートポンプ給湯機・ハイブリッド給湯機・蓄電池 DRready要件の内容 通信接続機能



- CEMとDRサービス、ESAが接続されるインターフェースの要件が定められている。

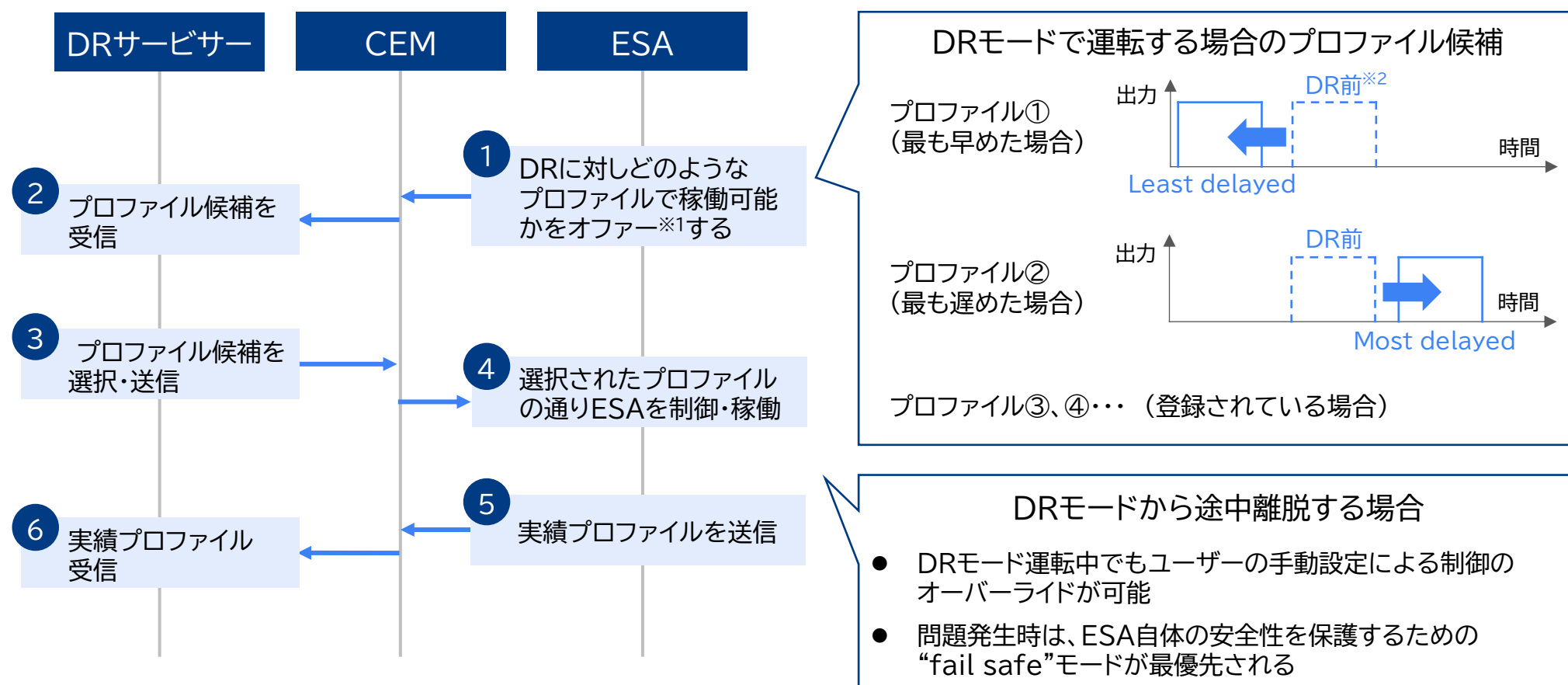


※PASでは上記に加え、スマートメーターとDRサービス、スマートメーターとCEM、スマートメーターと機器の接続も任意の接続として想定されている
出所) The British Standards Institution, "PAS 1878:2021", "PAS 1879:2021" より三菱総研作成

外部制御機能(DRモード・DRサービサーとの連携方法)



- ESAがDRに対応するプロファイルをいくつか事前に想定しており、それらを事前にDRサービサーに通知する。
- DRサービサーがプロファイル候補から選択・指令することで、ESAがDRできる。



※1 稼働を最も早めるLeast delayedと稼働を最も遅らせるMost delayedの2オファーは必須要件。それ以外のオファーを行うことも認められている

※2 DR前は、PV自家消費や電気料金に合わせたプロファイルが想定されている

出所) OpenADR, “Energy Smart Appliances Standards for Demand Side Response PAS 1878 and 1879 standards and the Interoperable Demand Side Response (IDSR) programme”, 閲覧日: 2024年12月11日,
https://www.openadr.org/assets/London23/11%20Laura_OpenADR%20conference%2006-06-23%20LS.pdf より三菱総研作成

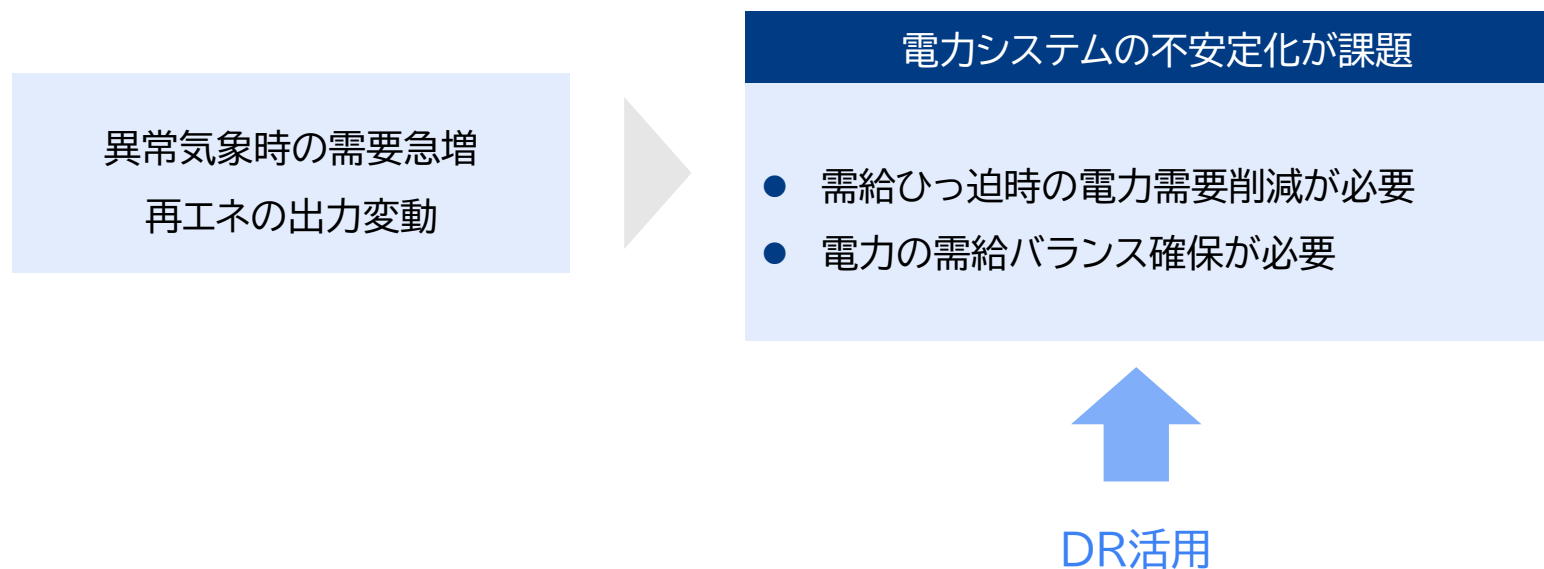
Ⅲ. 諸外国におけるDRの制度の検討状況

- 米国
- 英国
- 豪州
- 欧州

豪州 | DR活用の背景・目的



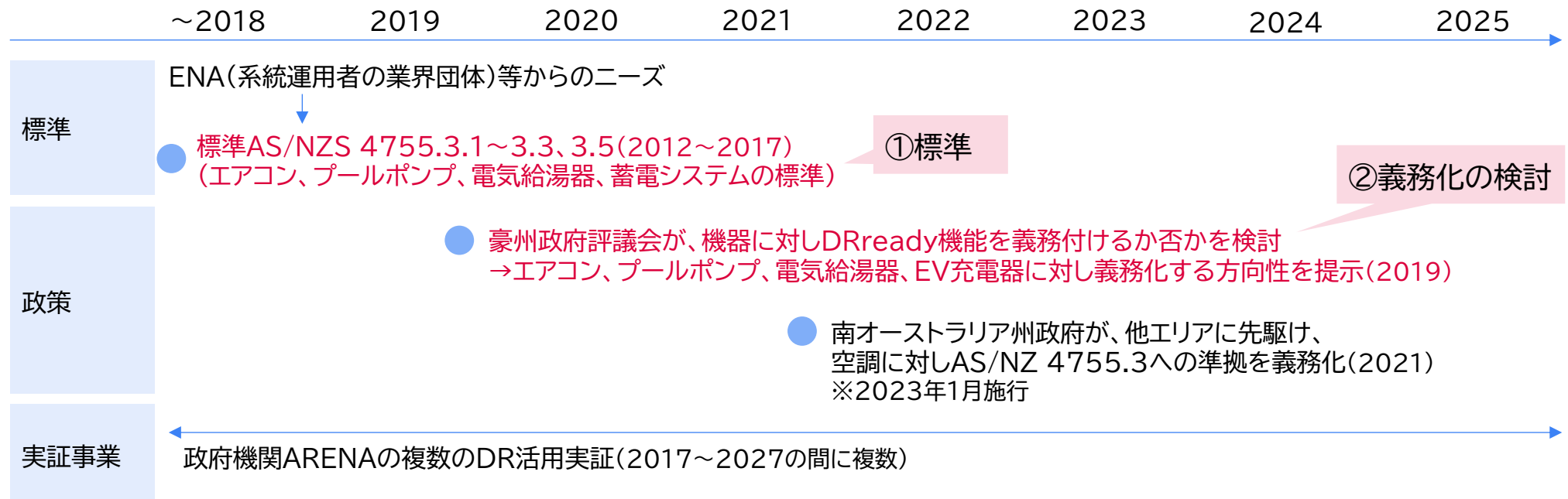
- 異常気象時の需要急増、再エネの出力変動による電力システムの不安定化を背景に、主に系統運用者による需給ひっ迫時の電力需要削減、電力の需給バランス確保の手段としてDRの活用が期待されている。



豪州 | DRに関する規制の全体像



- 前述の背景のもと、まず業界が①標準を作成し、政府はそれを踏まえ②義務化の検討を行っている。
- 全国大でのDRready要件義務化には至っていないものの、特にPVの出力余剰、エアコンの需要ピークの課題が深刻な南オーストラリア州では、他エリアに先立ち空調に対しAS/NZ 4755.3.1への準拠が義務化された。
- 政府機関ARENAの資金援助を受けた実証は豪州内の様々なエリアで系統運用者や小売事業者、アグリゲーター等により複数行われてきており、実証を通じてDR活用の検討が進められていると見受けられる。



出所) ARENA, "Demand Response", 閲覧日: 2024年12月11日, <https://arena.gov.au/renewable-energy/demand-response/>, Standards Australia, "World First on Demand Response of Electrical Energy Storage", 閲覧日: 2024年12月11日, <https://www.standards.org.au/news/world-first-on-demand-response-of-electrical-energy-storage>, 豪州政府, "Consultation RIS: 'Smart' Demand Response Capabilities for Selected Appliances", 閲覧日: 2024年12月11日, <https://www.energyrating.gov.au/industry-information/publications/consultation-ris-smart-demand-response-capabilities-selected-appliances>, 南オーストラリア州政府, "SA Demand Response Requirements for Air Conditioners", 閲覧日: 2024年12月11日, <https://arema.com.au/wp-content/uploads/2022/12/SA-DR-requirements-for-air-conditioners-Presentation-for-installers-19-October-2022-without-notes.pdf> より三菱総研作成

標準AS/NZS 4755の概要



- AS/NZS 4755はオーストラリア/ニュージーランドにおける、遠隔で電気製品を制御するシステムに関する用語やアーキテクチャ、操作方法を定義し、電気製品のDR機能を定義することを目的とした一連の標準である。
- AS/NZS 4755.1では、DRED(DRを実現するための機能と能力を有する装置)^{※1}に求める機能や接続方法、AS/NZS 4755.3では、各機器の物理的な接続、インターフェースが規定されている。

対象・項目	AS/NZS 4755.1	AS/NZS 4755.3.3	AS/NZS 4755.3.5
目的	電力系統運用をサポートし、電気製品がユーザーに快適性と利便性を確保しながらDRプログラムへの参加をサポートすること	電力供給システムの最適化と、電気給湯器使用における快適性と利便性を確保しながらDRプログラムへの参加をサポートすること	電力供給システムの最適化と、蓄電システムの効率的な計画と使用を可能にし、ユーザーに対して快適性と利便性を確保しながらDRプログラムへの参加をサポートすること
対象機器	DRED(Demand response enabling device) ^{※1} (DRを実現するための機能と能力を有する装置)	電気給湯器(公称容量が10～710Lで、抵抗発熱体を有する定格出力7kW以下の給湯器または抵抗発熱体を有しない定格出力2kW以下の給湯器が対象)	蓄電システム(家庭用蓄電池を含む)
適用範囲	DREDを製造するメーカーに対し、DREDの標準への準拠を求める	機器メーカーに対し、機器の標準への準拠を求める	機器メーカーに対し、機器の標準への準拠を求める
規定内容	・ DREDに求める機能 ・ 対応できるDRモード ・ 機器との接続方法	・ 電気給湯器の標準的なインターフェース ・ DREDとの接続方法	・ 蓄電システムの標準的なインターフェース ・ DREDとの接続方法
評価方法	・ 標準に記載されているマニュアルに沿って正常な運転動作有無を確認 ・ Appendixに記載の登録情報表を規制当局に提出し、製品を登録 ・ 製品は標準の記載に従ってラベリング	・ 標準に記載のマニュアルに沿って正常な運転動作有無を確認 ・ Appendixに記載の登録情報表を規制当局に提出し、製品を登録 ・ 製品は標準の記載に従ってラベリング	・ 標準に記載されているマニュアルに沿って正常な運転動作有無を確認 ・ Appendixに記載の登録情報表を規制当局に提出し、製品を登録 ・ 製品は標準の記載に従ってラベリング

※1 詳細は後述

出所) Standards Australia/Standards New Zealand, “AS/NZS 4755.1:2017”, “AS/NZS 4755.3.3:2014”, “AS/NZS 4755.3.5:2016” より三菱総研作成

DRready要件の義務化に関する検討状況



- 豪州政府評議会において、蓄電池は、PVインバータも含めた標準の検討が望ましいため、長期的な検討が必要とされ、DRready要件の義務化の検討の対象外とされた。
- 系統運用者は、数多くの蓄電池が電気料金に合わせ同時に充放電することでピークが発生する懸念があることから、蓄電池のDR機能の必要性を提言しており、今後何らかの形で規制が検討される可能性はある。

対象機器と対応標準	期待するDR	AS/NZS 4755への準拠義務化の費用便益の評価結果
エアコン (AS/NZS 4755.3.1)	● 緊急時の負荷低減、停電回避を期待 エアコンはピーク需要の主要因であり、2004年の熱波時の大量の空調の使用による停電以降、貢献してきた	● AS/NZS 4755への準拠コストは保守的に見ても5～15AUDであり、一般的な家庭用空調設置コストの1%以下 → 十分に便益が大きく対象 ※大型空調は販売台数が少なくユニットあたりのコストが高く、より高度な制御を行うEMSを備えていることから対象外
プールポンプ (AS/NZS 4755.3.2)	● 需要ピーク時にポンプの半分以上がオンになっていると推定され、夏季のピーク削減を期待 ● 電気給湯器と同様、太陽光の出力余剰時の運転も期待	● 搭載のためのコストは約50AUDと想定 → 十分に便益が大きく対象 ※ポンプ直付けの単純なコントローラではDRが難しく対象外
電気給湯器 (AS/NZS 4755.3.3)	● 冬季のピーク需要の削減を期待 「負荷制御オフピーク料金」が適用されない小型ユニットの負荷管理として期待 ● 太陽光の出力余剰時の運転も期待	● AS/NZS 4755への準拠コストは約70～80AUD → 十分に便益が大きく対象 ※ヒートポンプ給湯機と太陽光併設給湯器は費用対効果が低いとするステークホルダーの意見があり対象外
EV充電器 (AS/NZS 4755.3.4) ※標準作成中の段階	● EV販売台数は現時点では限定的であるものの、増加時には1990年代の空調の想定外の普及によるピーク負荷と同じ課題が発生する懸念があり、事前対応のための系統コスト(数百億AUD)回避を期待	● 市場の成長初期にEV充電器にDR機能を搭載させることは比較的低コストのリスク管理戦略 ● 搭載のためのコストは約50AUDと想定 → 十分に便益が大きく対象
蓄電システム (家庭用蓄電池を含む) (AS/NZS 4755.3.5)	● 電気料金に合わせ全ての蓄電池が同じタイミングで充放電した際のピークが懸念されており、その回避を期待	● 今回の義務化対象外としては評価されていない ● PVインバータも含め同一標準で対象にすることが望ましいため、長期的な検討が必要

出所) 豪州政府, “Consultation Paper: ‘Smart’ Demand Response Capabilities for Selected Appliances”, 閲覧日: 2024年12月11日,
https://www.energyrating.gov.au/sites/default/files/2022-12/Consultation%20Paper%20-%20Smart%20Demand%20Response%20Capabilities%20for%20Selected%20Appliances_0.pdf より三菱総研作成

DRready要件の概要(AS/NZS 4755)



- AS/NZS 4755は通信接続機能と外部制御機能を規定している。

項目		概要
通信接続機能	システム構成	● DRを実現するための機能と能力を有する装置「DRED」を定義している ● DREDを介してDRサービスと機器が接続する場合を想定している
	要件の内容	● DREDがDRサービスからの指令を受信できる必要がある (通信規格等に関する要件は設定されていない) ● 機器とDREDの物理的な接続方法を規定している(機器自身にDREDを内蔵することは求めている)
外部制御機能	DRモード	● コマごとの制御の方法としてモード(電気給湯器:DRモード1~4、蓄電システム:DRモード0~8)を規定している ● 機器は、これらのモードに対応できる必要がある(必須は一部モードのみ)
	DRサービスとの連携方法	● DRサービスが機器に対し、DRモードのいずれかと継続コマ数(1コマ5分)を指令として送信し、それに対し機器が運転切替を行う想定
セキュリティ		- 規定なし (IoT機器全般の要件として別文書あり)

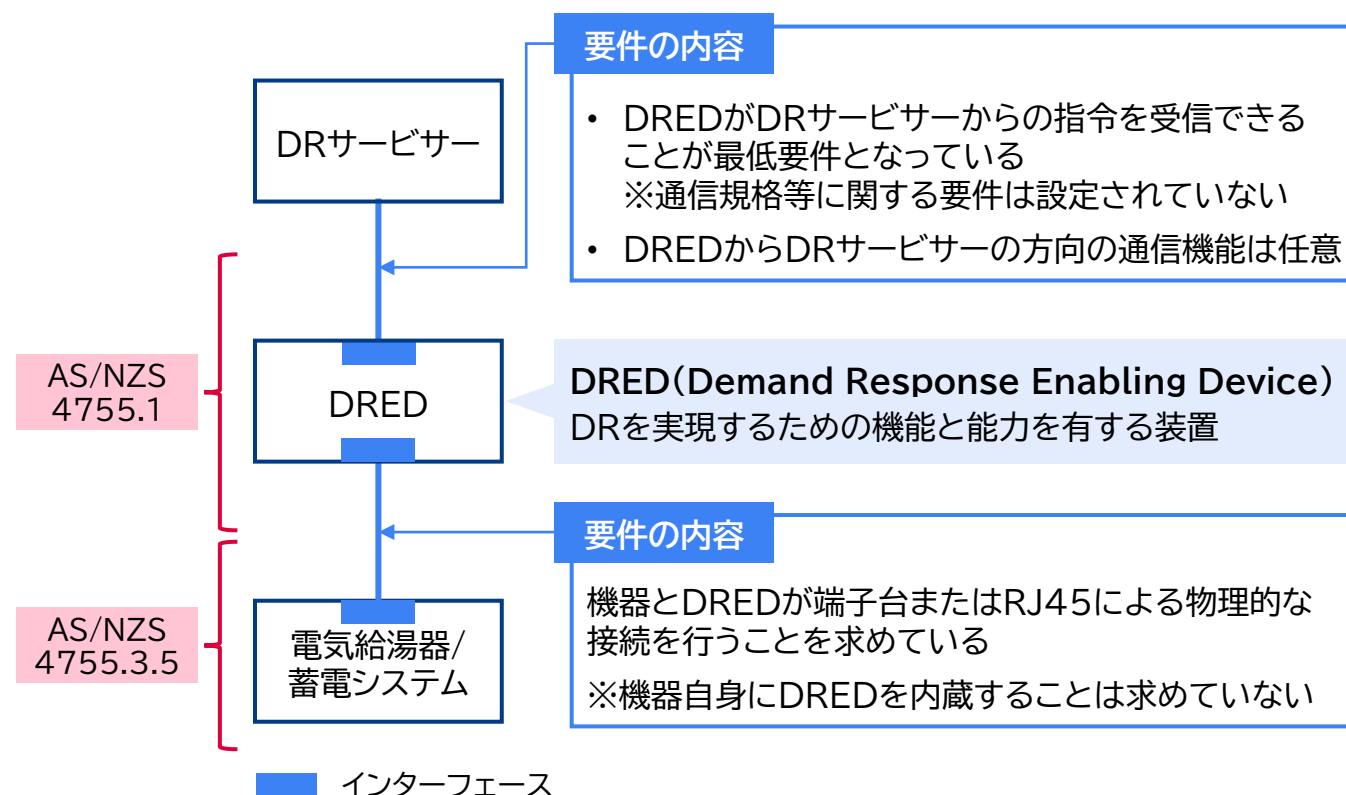
出所)Standards Australia/Standards New Zealand,“AS/NZS 4755.1:2017”,“AS/NZS 4755.3.3:2014”,“AS/NZS 4755.3.5:2016”より三菱総研作成

通信接続機能(システム構成・要件の内容)

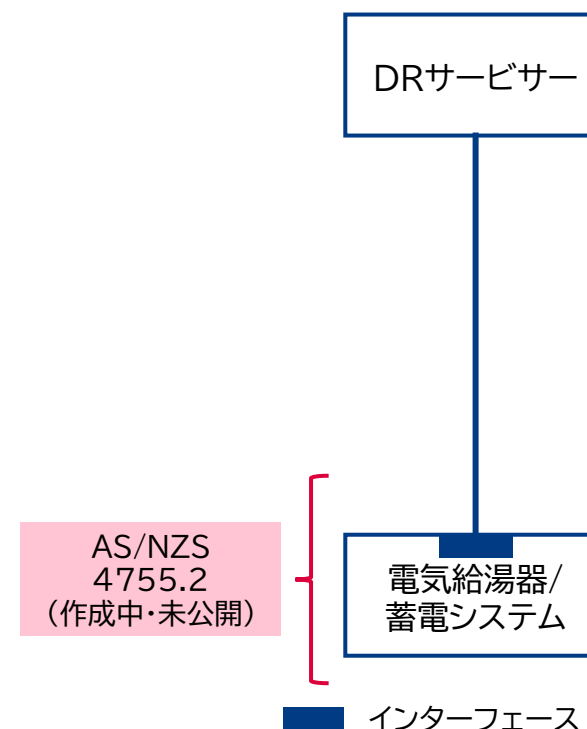


- AS/NZS 4755ではDR機能を実現するデバイス(DRED)を介する場合の制御を対象に標準を定めている。
 - すでにHEMSがある程度普及していることを踏まえたものと推察される。
(例:南オーストラリア州の配電系統運用者SA Power NetworksはHEMS経由のDRの実証を実施中)
- 現在、DREDを介さない制御を実施する場合の標準も別途検討中。

DREDを介してDRサービスと機器が接続する場合



DREDを介さずに接続する場合 (標準を作成中)



出所)Standards Australia/Standards New Zealand, “AS/NZS 4755.1:2017”, “AS/NZS 4755.3.3:2014”, “AS/NZS 4755.3.5:2016”, ARENA, “Projects”, 閲覧日:2024年12月11日, <https://arena.gov.au/projects/?project-value-start=0&project-value-end=200000000&technology=demand-response> より三菱総研作成

通信接続機能・外部制御機能 DRED



- ゲートウェイの機器側のインターフェースはRJ45プラグで構成されること、サーバーからの指令を受けて稼働できることが規定されているほか、制御モード、指令を受けてからの遅延についても規定されている。

AS/NZS 4755.1に準拠するDREDは以下の機能を有することが求められる。

- Remote agent(サーバーに相当)から受信した指令に基づいて稼働する。
- 起動または停止の指令を受信した際に、起動状態または停止状態に移行する。
- 起動状態において、DREDに正しく接続された電気機器に対して下表の操作指示を行う。
- Remote agentから指令を受信後、操作指示を発信するまでの時間遅延を設定する。具体的には下記が求められる。
 - 操作指示または操作指示グループの開始と終了の目標時刻を設定すること。
 - 目標開始時刻と終了時刻までの時間帯において、操作指示または操作指示グループがランダムな時間に開始および/または終了すること。
- Remote agentによって設定された時間に操作指示または操作指示グループを終了させる。設定がない場合は操作指示または操作指示グループの開始から24時間後に終了させる。
- 認可された者(Authorized person※1)によってリセット可能である。

DREDは操作指示を発信する対象の電気機器ごとにインターフェースを有する必要がある、機器側のインターフェースはRJ45プラグで構成されている必要がある。電気機器とは直接接続されるか、アダプタを介して接続される。

操作指示 (OI)	RJ45コネクタ のピン割り当て	電気機器側のDR内容※2	操作指示 (OI)	RJ45コネクタ のピン割り当て	電気機器側のDR内容※2
OI 0	ピン1, 5, 6	切断装置が装備されている場合は切断する。	OI 5	ピン1, 5	逆潮流を停止する。
OI 1	ピン1, 6	負荷をゼロにする、または最小負荷にする。	OI 6	ピン2, 5	基準値の50%以下に逆潮流を制限する。
OI 2	ピン2, 6	標準負荷の50%以下の負荷に制限する。	OI 7	ピン3, 5	基準値の75%以下に逆潮流を制限する。
OI 3	ピン3, 6	標準負荷の75%以下の負荷に制限する。	OI 8	ピン4, 5	逆潮流を開始する、または逆潮流を増加させる。
OI 4	ピン4, 6	運転を開始する、または負荷を増加させる。			

※1 Remote agentやDREDの製造者、電気機器の製造者から承認を受け、DREDや電気機器のパーツや機能にアクセスし、機器導入や機能の調整を行うことができる者

※2 電気機器側のDR内容の詳細情報はAS/NZS 4755.3.Xに記載されており、すべての電気機器がすべてのOIに対応できるわけではない。

出所)Standards Australia/Standards New Zealand, “AS/NZS 4755.3.1:2017” より三菱総研作成

外部制御機能(DRモード) 電気給湯器



- DRモードとして、負荷を停止する制御、負荷を標準負荷の40～60%または60～80%に制限する制御、負荷を上昇する制御が規定されている(このうち負荷停止には必ず対応できなければならない)。
 - DRの主な目的が系統運用者による需給ひっ迫時の電力需要削減、電力の需給バランス確保であるため、特定の時間の需要や発電を直接的に制御できるような指令の形式が想定されていると見受けられる。

DRモード	操作内容	必須○/任意△
1 負荷停止	電気給湯器の電力負荷をゼロにする。	○
2 負荷抑制(40～60%)	貯湯を行う場合、標準負荷の40～60%に制限する。	△
3 負荷抑制(60～80%)	貯湯を行う場合、標準負荷の60～80%に制限する。	△
4 負荷上昇	より高温での貯湯を行うための運転を開始し、DR要請が終了するか蓄熱上限値に達するまで運転を継続する。	△

出所)Standards Australia/Standards New Zealand, “AS/NZS 4755.3.3:2014” より三菱総研作成

外部制御機能(DRモード) 蓄電システム



- DRモードとして、充電・放電を停止する制御、充電・放電を定格の50%以下に制限する制御、充電・放電を定格の75%以下に制限する制御、充電・放電を開始するモードが規定されている(系統解列、充放電停止は必須)。
 - DRの主な目的が系統運用者による需給ひっ迫時の電力需要削減、電力の需給バランス確保であるため、特定の時間の需要や発電を直接的に制御できるような指令の形式が想定されていると見受けられる。

DRモード	操作内容	必須○/任意△
0 系統からの解列	切断装置が装備されている場合は系統との接続を切断する。	○※1
1 充電停止	充電を停止する。 ただし、制御および補助機能(auxiliary functions)は継続する。	○
2 充電抑制(50%以下)	充電を行う場合、充電基準値の50%以下※2に制限する。	△
3 充電抑制(75%以下)	充電を行う場合、充電基準値の75%以下※2に制限する。 蓄電システムが対応可能な場合、電力品質サポート※3を提供する。	△
4 充電開始・継続	指令受信時に充電を行っている場合、充電を継続する。 指令受信時に充電を行っていない場合、充電を開始する。 DRモード2、3と同時発行された場合、これらにも従う。	△
5 放電停止	系統に対して放電を停止する。	○
6 放電抑制(50%以下)	系統に対して放電を行う場合、放電基準値の50%以下※2に制限する。	△
7 放電抑制(75%以下)	系統に対して放電を行う場合、放電基準値の75%以下※2に制限する。 蓄電システムが対応可能な場合、電力品質サポート※3を提供する。	△
8 放電開始・継続	指令受信時に放電を行っている場合、系統に対して放電を継続する。 指令受信時に放電を行っていない場合、系統に対して放電を開始する。 DRモード6、7と同時発行された場合、これらにも従う。	△

※1 切断装置を備えているシステムにのみ適用する

※2 5分間ごとに定格出力から按分したkWhで評価する(SOCでの評価ではない)。なお、機器内で記録される充電・放電量が評価対象となる

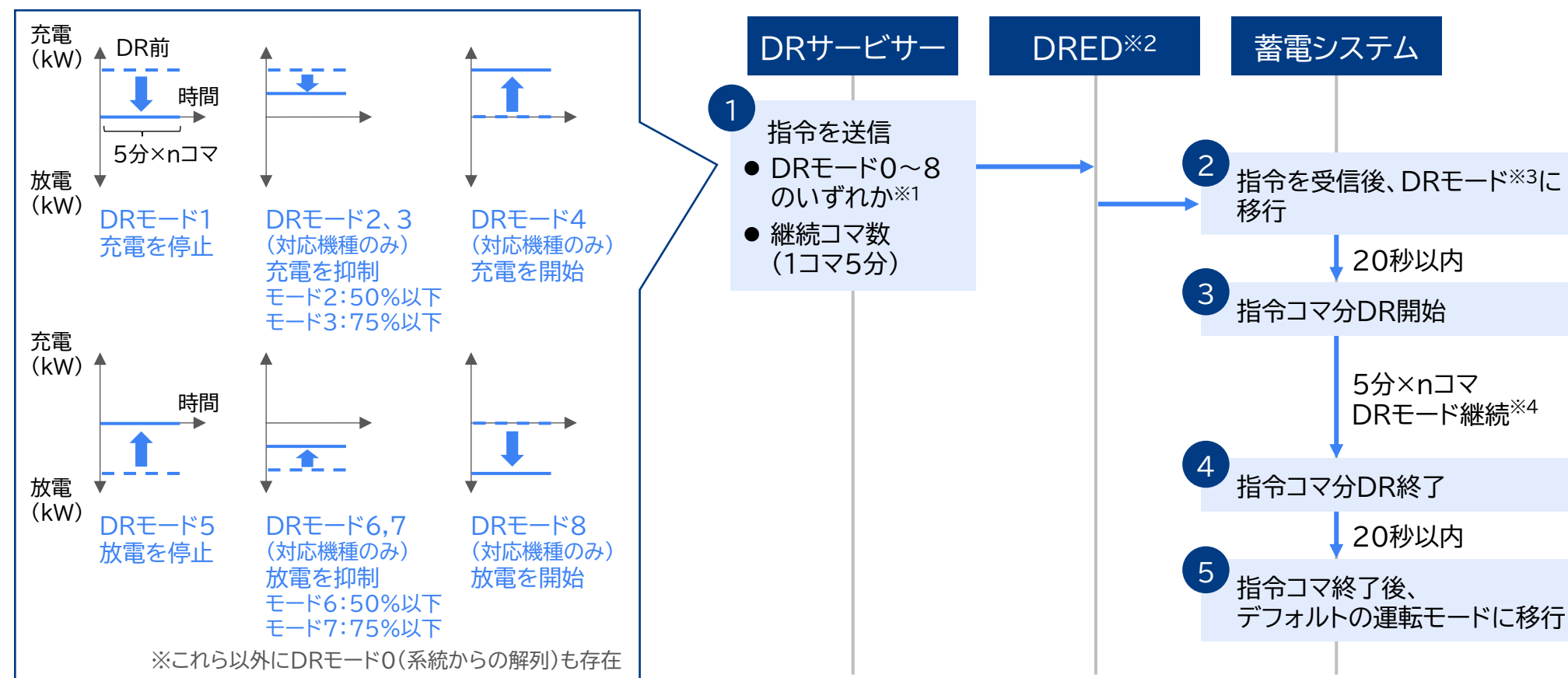
※3 無効電力の設定値等の詳細はAS/NZS 4777.2に従う

出所) Standards Australia/Standards New Zealand, “AS/NZS 4755.3.5:2016” より三菱総研作成

外部制御機能(DRサービスとの連携方法) 例:蓄電システム



- DRサービスが蓄電システムに対し、DRモード0～8のいずれかと継続コマ数(1コマ5分)を指令として送信し、それに対し機器が運転切替を行う運用が想定されている。
- 充電・放電の抑制を行うDRモード(2、3、6、7)に対応できる蓄電システムは、系統との間でやり取りする電力を常にモニタリングし、それに応じ指示されたモードで運転する。



※1 複数のDR指令が同時に発行されるケースも存在する(例: DR7,8の同時発行の場合、定格出力の75%以下で放電を開始する)

※2 DREDはDRサービスからDR指令を受けるインターフェースとして機能し、指令自体はそのまま蓄電池に送信すると想定される

※3 抑制を行うDRモードの場合、指令前の5分間の平均出力を基準に抑制を実施する

※4 DR実施中の手動設定による制御のオーバーライドは想定されていない

出所) Standards Australia/Standards New Zealand, "AS/NZS 4755.3.5:2016" より三菱総研作成

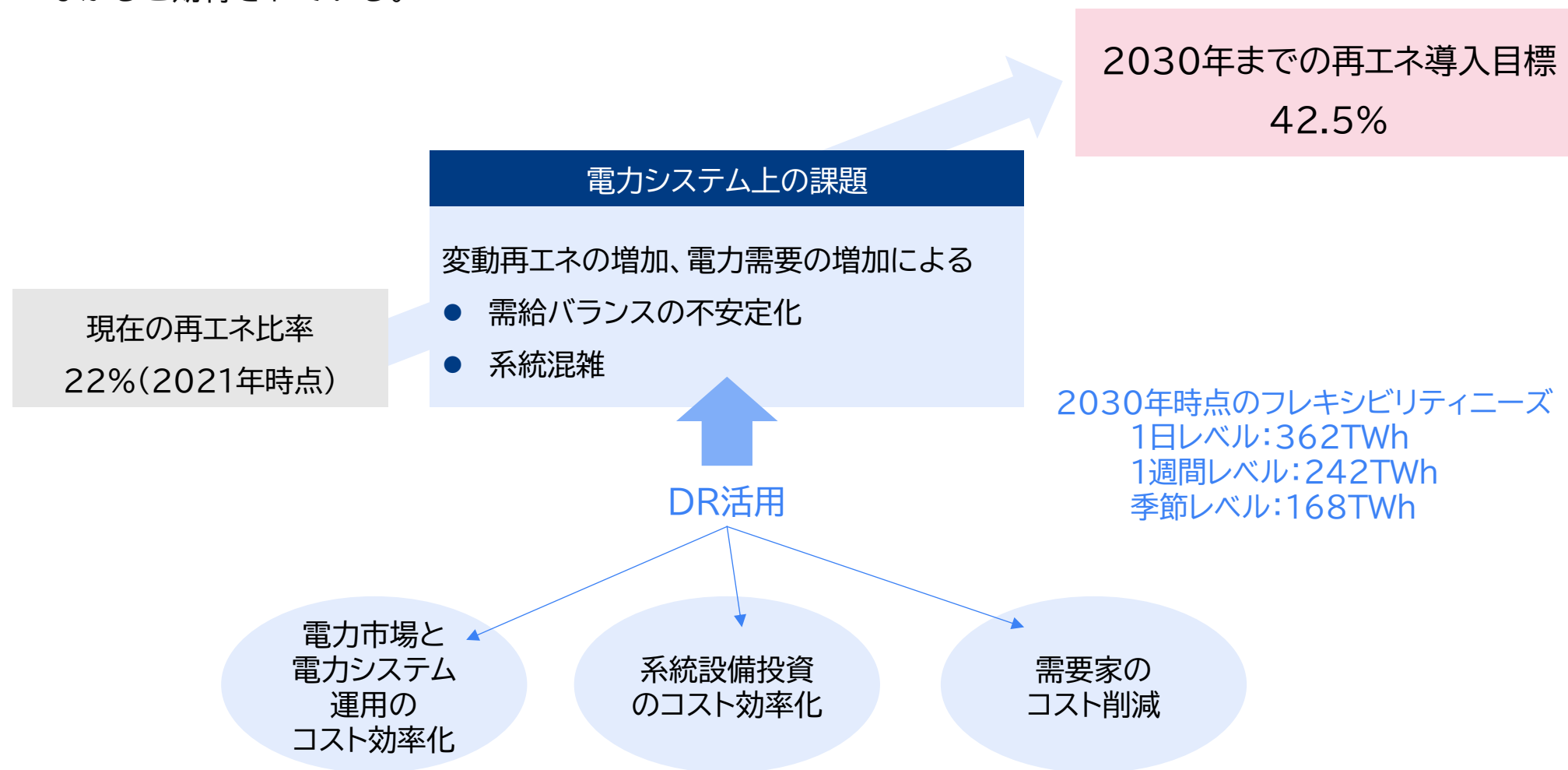
Ⅲ. 諸外国におけるDRの制度の検討状況

- 米国
- 英国
- 豪州
- 欧州

欧州 | DR活用の背景・目的



- 需給バランス、系統混雑への対策として、DRの活用ニーズが高まっている。
- 加えて、電力市場と電力システム運用のコスト効率化、系統設備投資のコスト効率化、需要家のコスト削減にもつながると期待されている。

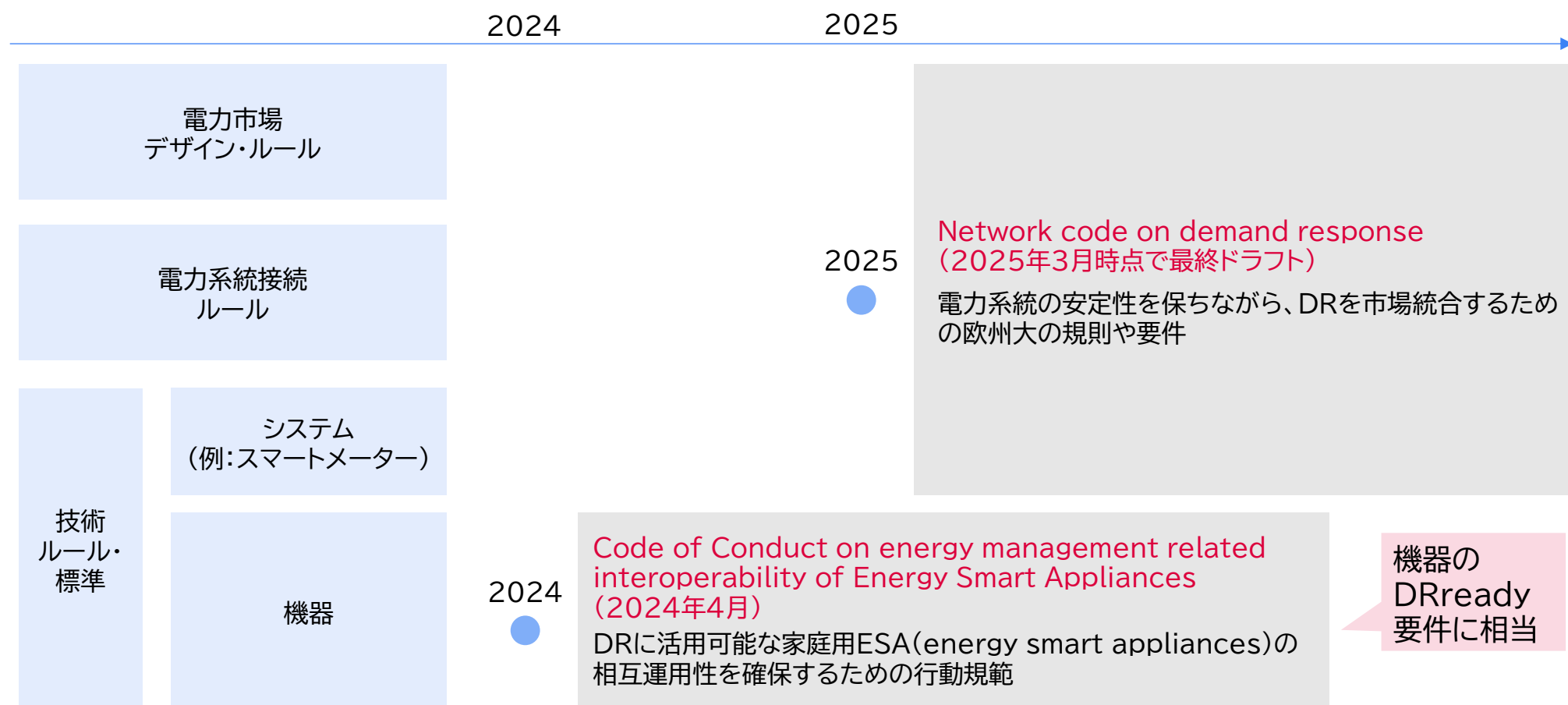


出所)ACER, “Demand response and other distributed energy resources: what barriers are holding them back?”, 閲覧日:2025年3月15日,
https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/events/documents/2024-01/ACER_Webinar_Monitoring_barriers_to_electricity_demand_response.pdf より三菱総研作成

欧州 | 欧州における制度検討の位置づけ



- 前述の背景のもと、家庭用DR対応機器(Energy Smart Appliances:ESA)の相互運用性に関する欧州大の行動規範が2024年4月に策定された。
- また、別の動きとして、電力市場のデザイン・ルール、電力系統接続ルール、システムに関するルールを欧州大で策定する動きも見られる。



出所)ACER, “Demand response and other distributed energy resources: what barriers are holding them back?”, 閲覧日:2025年3月15日,
https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/events/documents/2024-01/ACER_Webinar_Monitoring_barriers_to_electricity_demand_response.pdf より三菱総研作成

欧州 | CoC on interoperability of ESA 概要



- Code of Conduct (CoC) on interoperability of Energy Smart Appliances (ESA)^{※1}は、家電をフレキシビリティとして活用する際に必要となる通信の要件に対して、機器メーカーが準拠すべき要件を定めている。
- 行動規範であり準拠は任意である。義務化にあたっては、様々な規格に準拠したものにしなければならない点が課題として挙げられており、今後義務化に向けて文書のアップデートを行っていくとされている。

対象・項目	行動規範 Code of Conduct (CoC) on energy management related interoperability of Energy Smart Appliances (ESA) ^{※1}
目的	将来的にフレキシビリティとして活用することを見据え、市場に投入される相互運用性の確保されたESAを増加させる
対象機器	給湯器、暖房、換気、空調、洗濯機、衣類乾燥機、洗濯乾燥機、食洗器
適用範囲	・機器メーカーに対し、機器の基準への準拠を求める ・機器メーカーおよびユースケースの実現にあたって通信を行う事業者に対し、最新のセキュリティメカニズムの適用を求める
評価方法	現時点では規定されておらず、検討中
ペナルティ	規定されていない

※1 machine-to-machineコミュニケーションにより自動でフレキシビリティを提供できる商品で、電力消費パターン(時間またはプロファイル)をユーザの許可に基づく外部シグナルに応答し最適化できる。

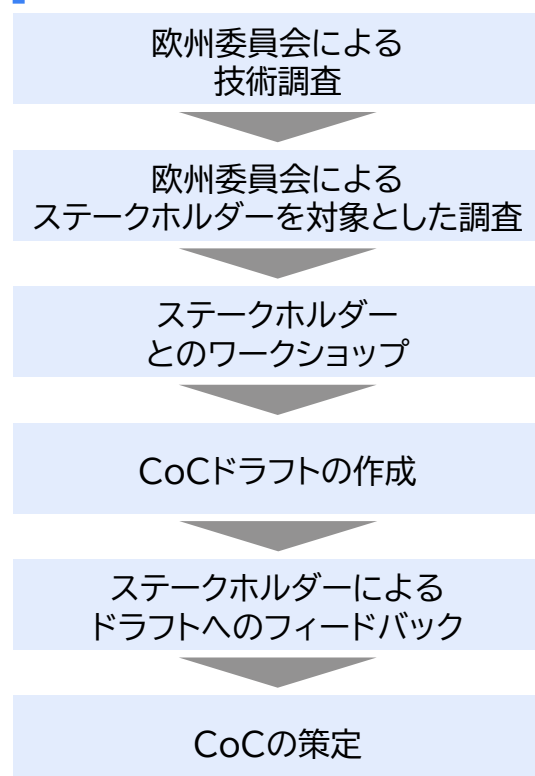
出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2025年3月19日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

欧州 | CoC on interoperability of ESA 背景・策定までの流れ

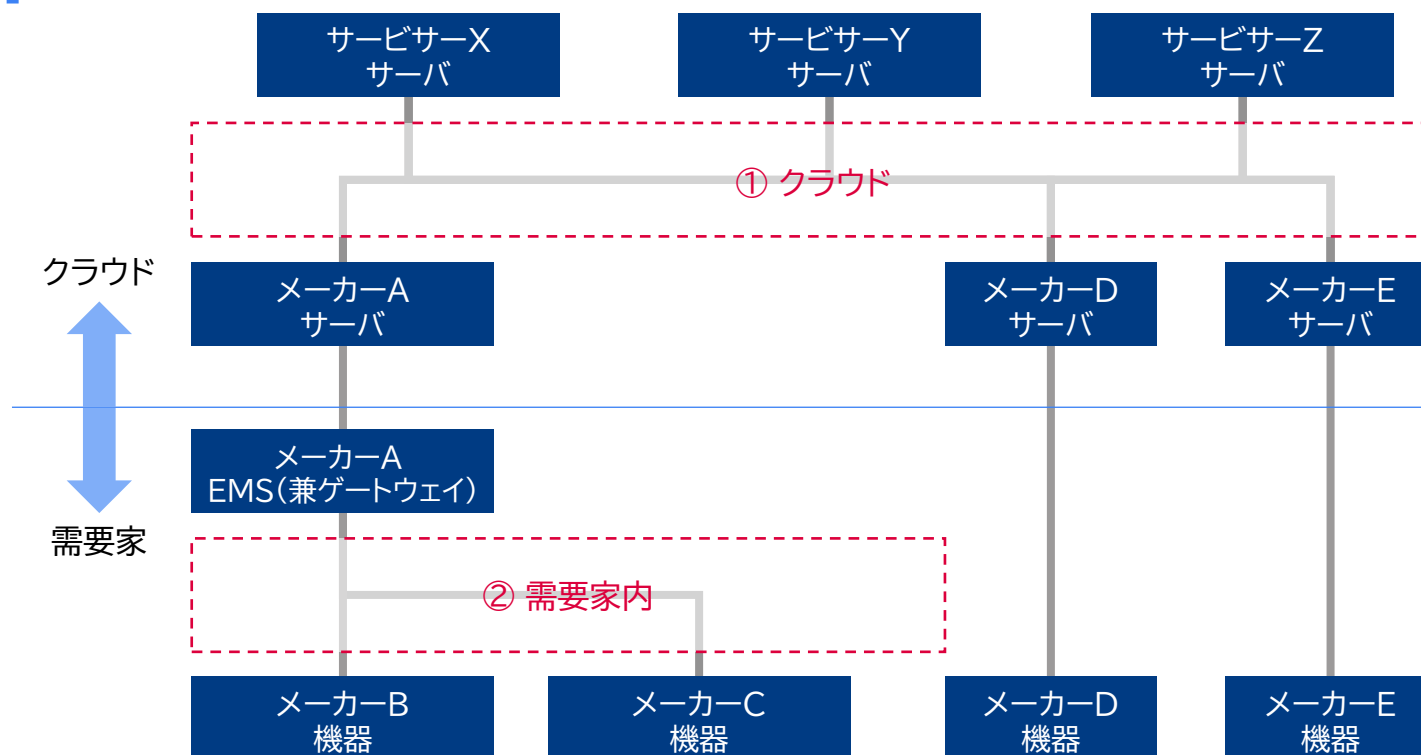


- 欧州委員会は、機器メーカーやサービス等を対象に、①クラウド、②需要家内それぞれにおいてやり取りしているデータの種類、プロトコル、相互運用性の課題等を調査し、相互にコミュニケーションできるプロトコルや共通規格の必要性を確認したうえで、相互運用性に関する行動規範(CoC)の検討を開始した。
- 機器メーカー、業界団体、学術機関等の全ステークホルダーが参加する形で、CoCの中身の検討が進められた。
- 通信の方法(プロトコルやインターフェース)はすでに複数存在するため、それを前提としたユースケースや情報モデルの共通化が目指された。

CoC策定までの流れ



システム内で相互運用性の課題がある領域



出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2025年3月19日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

欧州 | DRready要件の内容 対象



- 機器メーカーに対して遵守すべき行動規範が定められており、対象機器に給湯器が含まれている。
- コミットメントが求められるのはサインした対象製品のメーカーであるが、メーカー以外のサービサー等を含む全てのエネルギーシステム関係者に対し、行動規範の認識を求めている。

Section1. 概要

EUのエネルギー供給体系は、local(PVシステム)、regional(近隣地域、コミュニティ、DSO)、そしてsupraregional(超地域的)な電力リソースが連動しなければならない分散型供給に移行しつつある。

(中略)

ESA(Energy Smart Appliances)とは、ユーザーの許可に基づき、外部からの指令に応じて消費パターン(時間やプロファイルなど)を自動的に(機械間通信によって)最適化できる、エネルギーのフレキシビリティを提供する製品である。

(中略)

相互運用性を確保し、関係者の参加を可能にすることによって、ESAの需要側のフレキシビリティを最大化することが重要である。
すべての関係者が需要側のフレキシビリティの問題に対処できるよう、ESAメーカーにはこの自主的な行動規範に署名するよう呼びかけている。
この行動規範は、EU市場に投入されるESAの開発・製造に関わるすべての関係者が遵守すべき基本原則を定めたものである。

この文書の各章には、以下が含まれる：

- 本行動規範の最初のバージョンの適用範囲(白物家電(洗濯機、タンブル乾燥機、洗濯乾燥機、食洗機)、HVAC(暖房、換気、空調(給湯器を含む))とユースケース
- 署名者の公約リスト
- モニタリング
- この行動規範の将来のバージョンの管理
- このバージョンの遵守方法の詳細、説明、追加情報資料を提供する附属書

エネルギーのフレキシビリティは、ESA単体では利用できないため、他の関係者(EMSプロバイダー、サービスプロバイダー、系統運用者、電気自動車(EV)充電器、太陽光発電(PV)インバーター、バッテリー、機器、部品など)は、エネルギーシステムの全体的なフレキシビリティと相互運用性を確保する目的で、本行動規範を承認し、その発展に貢献するよう求められる。

Section2. 規定対象

白物家電(洗濯機、タンブル乾燥機、洗濯乾燥機、食洗機)、HVAC(暖房、換気、空調(給湯器を含む))

出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2024年4月23日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

通信接続機能：インターフェース、プロトコル



- 公開されたインターフェース、プロトコルを使用することが求められている。
- 特定の通信方式(インターフェース、プロトコル)を求めている訳ではなく、通信方式を情報モデルにマッピングすることを求めている。
- 通信方式として、例えば、EN50631(家電製品とクラウド間の制御、監視を定めた標準)やEN50491-12-2(EMSとクラウド間の制御、監視を定めた標準)、Matter、REST API等が挙げられている。

Section4. 遵守事項

本行動規範の署名者は、以下についてあらゆる合理的な努力を行うことに合意する：

- a. 本行動規範の最初のバージョンが正式に発表されてから1年後の時点で、EU市場で入手可能なESAの少なくとも1つのモデルが、Annex1、Annex2に従い、特定のESAに適用されるユースケースを実装すること。
- b. aで規定された適用ユースケースの情報交換を可能にするために、標準化された公開API(Application Programming Interface)/公開通信プロトコルに基づく相互運用性プロファイルを実装すること。
- c. (略) ※セキュリティに関する項目のため、後述
- d. aで規定された適用ユースケース、bで規定された公開プロトコルに関連する全ての情報が、TSI TS 103 264(SAREFコア)および、ETSI TS 103 410シリーズ(SAREF拡張)の技術仕様(Annex2参照)に基づくオントロジーのSAREFフレームワークに完全に準拠し、対応するSAREF表現を持つことを保証すること。

通信接続機能: データモデル



- データ項目はCoCで規定されており、データモデルはSAREFを引用する形で規定されている。
- 各ユースケースで必要なデータ項目を通信できる、各データの通信にあたり対応するSAREF表現を持っている、という2つの条件を満たすプロトコルを使って、機器が通信できるようにすることを求めている。

Section4. 遵守事項

本行動規範の署名者は、以下についてあらゆる合理的な努力を行うことに合意する：

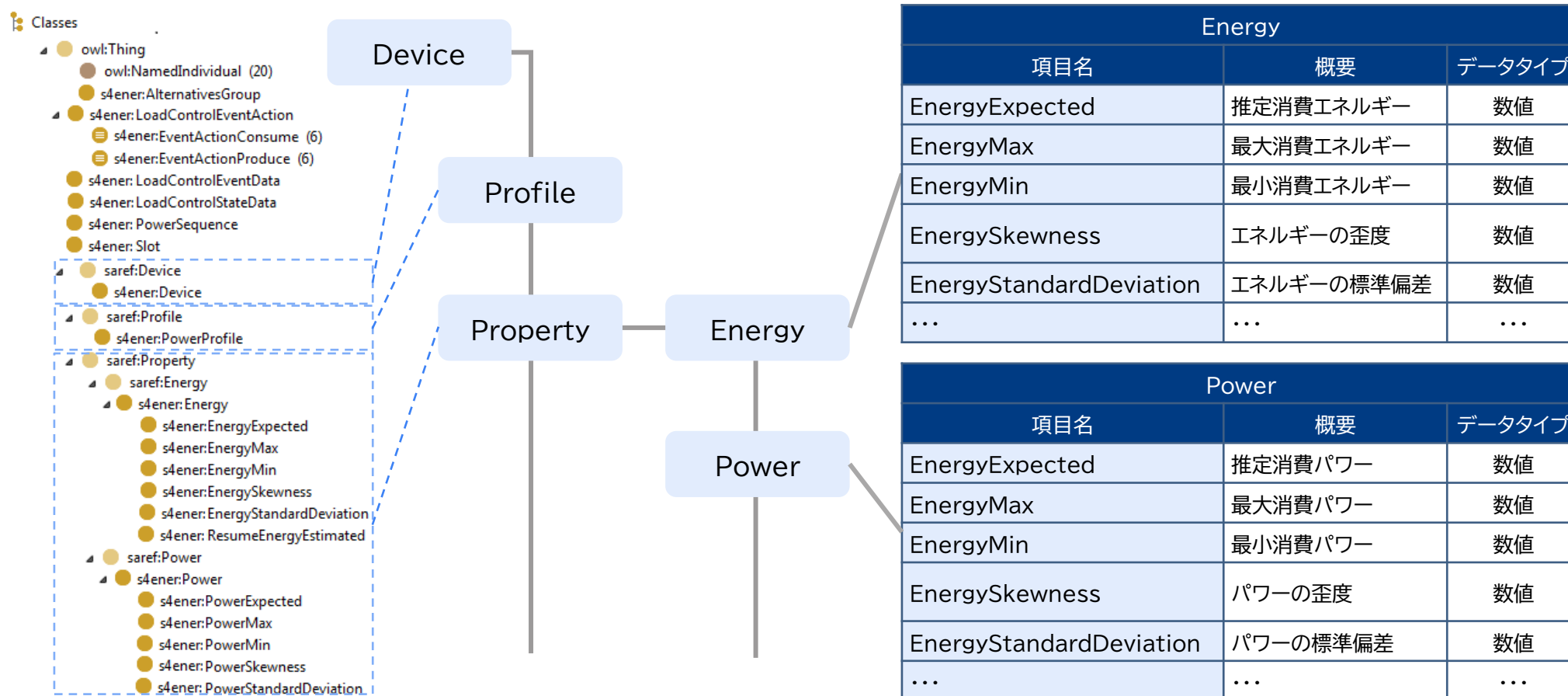
- a. 本行動規範の最初のバージョンが正式に発表されてから1年後の時点で、EU市場で入手可能なESAの少なくとも1つのモデルが、Annex1、Annex2に従い、特定のESAに適用されるユースケースを実装すること。
- b. aで規定された適用ユースケースの情報交換を可能にするために、標準化された公開API(Application Programming Interface)/公開通信プロトコルに基づく相互運用性プロファイルを実装すること。
- c. (略) ※セキュリティに関する項目のため、後述
- d. aで規定された適用ユースケース、bで規定された公開プロトコルに関連する全ての情報が、TSI TS 103 264(SAREFコア)および、ETSI TS 103 410シリーズ(SAREF拡張)の技術仕様(Annex2参照)に基づくオントロジーのSAREFフレームワークに完全に準拠し、対応するSAREF表現を持つことを保証すること。

(参考)引用元のSAREFの概要



- SAREFは、オントロジー(データの関係性・構造を整理した仕様)が定義された標準である。
- 分野別拡張(DRに関連するのはSAREF4ENER)の策定を順次行っている。

定義されているオントロジーのイメージ図



出所) SAREF, "SAREF4ENER", 閲覧日: 2024年6月26日, <https://saref.etsi.org/saref4ener/v1.1.2/> より三菱総研作成

(参考)引用元のSAREFの位置づけ(オントロジー)

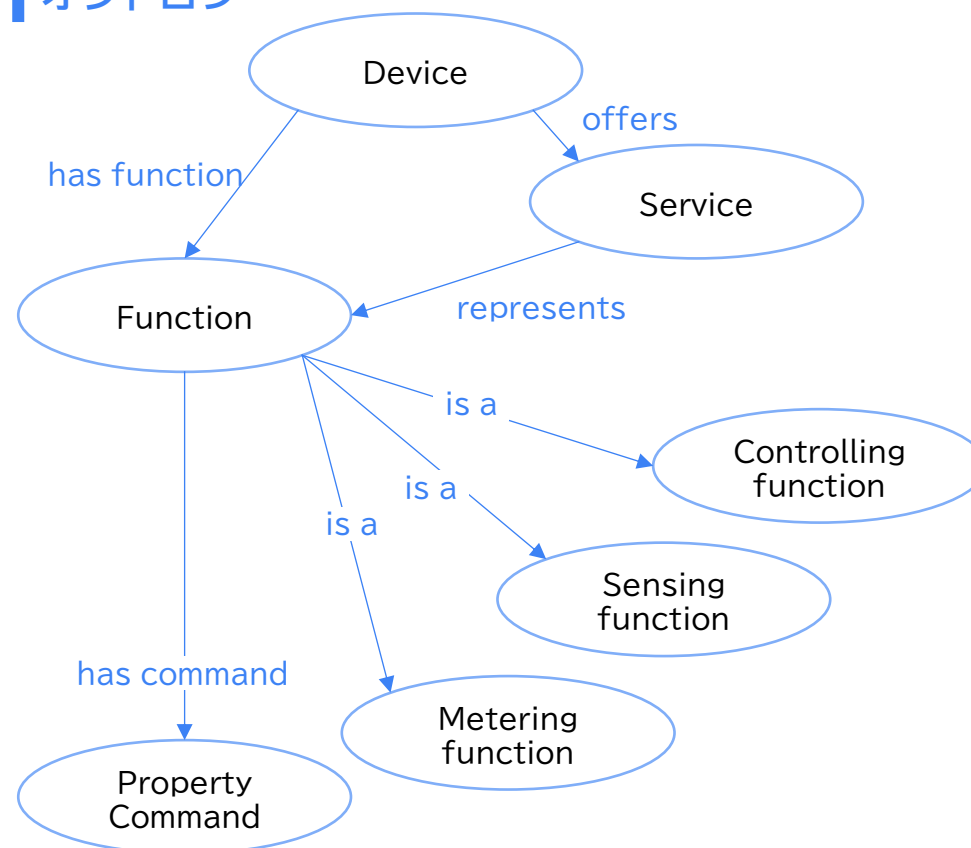


- オントロジーとは、データの関係性・構造を整理した仕様である。
- API(Application Programming Interface)がデータを取得・操作するためのインターフェース(接続するための仕組み)であり、取得・操作の方法を定めているのに対し、オントロジーでは取得・操作の方法は定めていない。
- 共通のオントロジーに準拠することで、異なるAPI間の比較・マッピングが可能となる。

API

データ項目	取得可否	操作可否	パス
Device	○	×	xxx/xxx/devices/
Service	○	○	xxx/xxx/services/
Function	○	○	xxx/xxx/devices/function
Property Command	○	○	xxx/xxx/devices/command
...			

オントロジー



出所) SAREF, "SAREF4ENER", 閲覧日: 2024年6月26日, <https://saref.etsi.org/saref4ener/v1.1.2/> より三菱総研作成

(参考)引用元のSAREFの策定経緯



- SAREFは、EUの要請を受け欧州の標準化団体ETSI(European Telecommunications Institute)※1により策定された。
- EU政府が主導し、各地域の業界団体(EEBus※2やFAN※3等)と連携し策定を進めてきた。
- 2015年にバージョン1が発表され、その後、改定や分野別拡張(DR関連ではSAREF4ENER)の策定が順次行われている。

SAREF策定のロードマップ(2019年時点)

年	実施内容
2013	・ 欧州委員会は、ETSIとともに、標準化のイニシアチブ(SMART2013/007研究プロジェクト)を開始
2015	・ SAREF(v1)をETSI TS 103 264として発表
2016	・ フォローアップの研究プロジェクトとしてSMART 2016/0082をECにより発表
2017	・ SAREF拡張として、SAREF4ENER、SAREF4ENVI、SAREF4BLDGを発表 ・ SAREF(v2)を発表 ・ SAREF4ENERを活用した実証をSMART 2016/0082内で実施
2019	・ SAREF拡張として、SAREF4CITY、SAREF4INMA、SAREF4AGRIを発表
2020	・ SAREF拡張として、SAREF4Automotive、SAREF4Water、SAREF4Health、SAREF4Wearblesを発表予定

※1 EUのRegulation 1025/2012により認定されるEUの公式標準化団体の一つ。標準の作成を通じ、EUの規制及び法律における具体的な要件を定めるサポートを行うことが役割。

※2 EEBusは機械メーカーや電力会社に参加するドイツの業界団体(エネルギー関連デバイスの通信規格を策定)

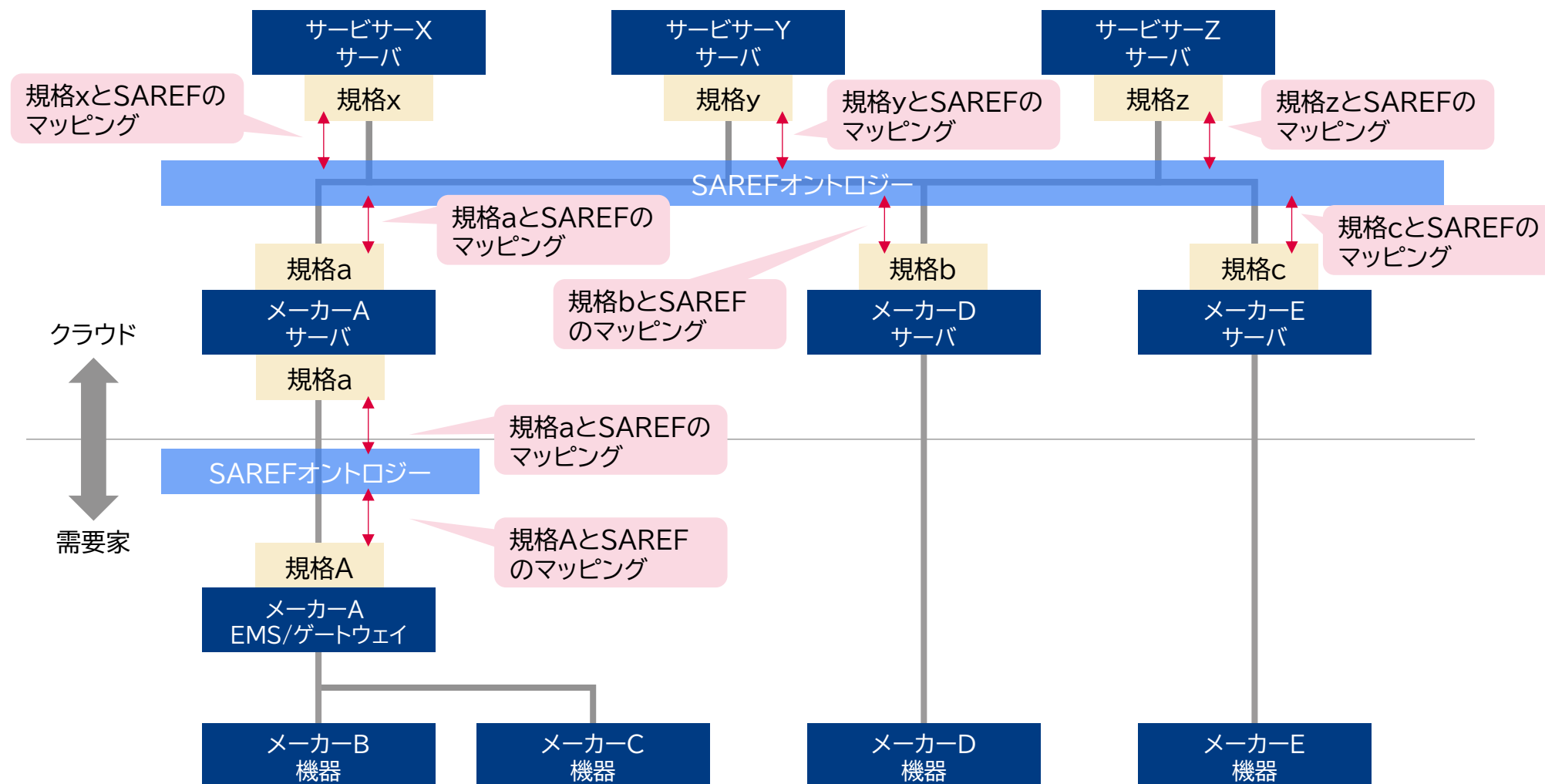
※3 FAN(Flexiblepower Alliance Network)はエネルギー関連企業が参加するオランダの業界団体

出所)ETSI, "Towards a SAREF extension for Automotive",閲覧日:2024年6月18日, <https://www.w3.org/2019/09/trans-data-ws/SAREF.pdf>
より三菱総研作成

DRready要件の内容

(参考)SAREFオントロジーへのマッピング

- 各規格のデータフォーマットは、SAREFオントロジーに基づきマッピングされることで構造化可能な状態になる。

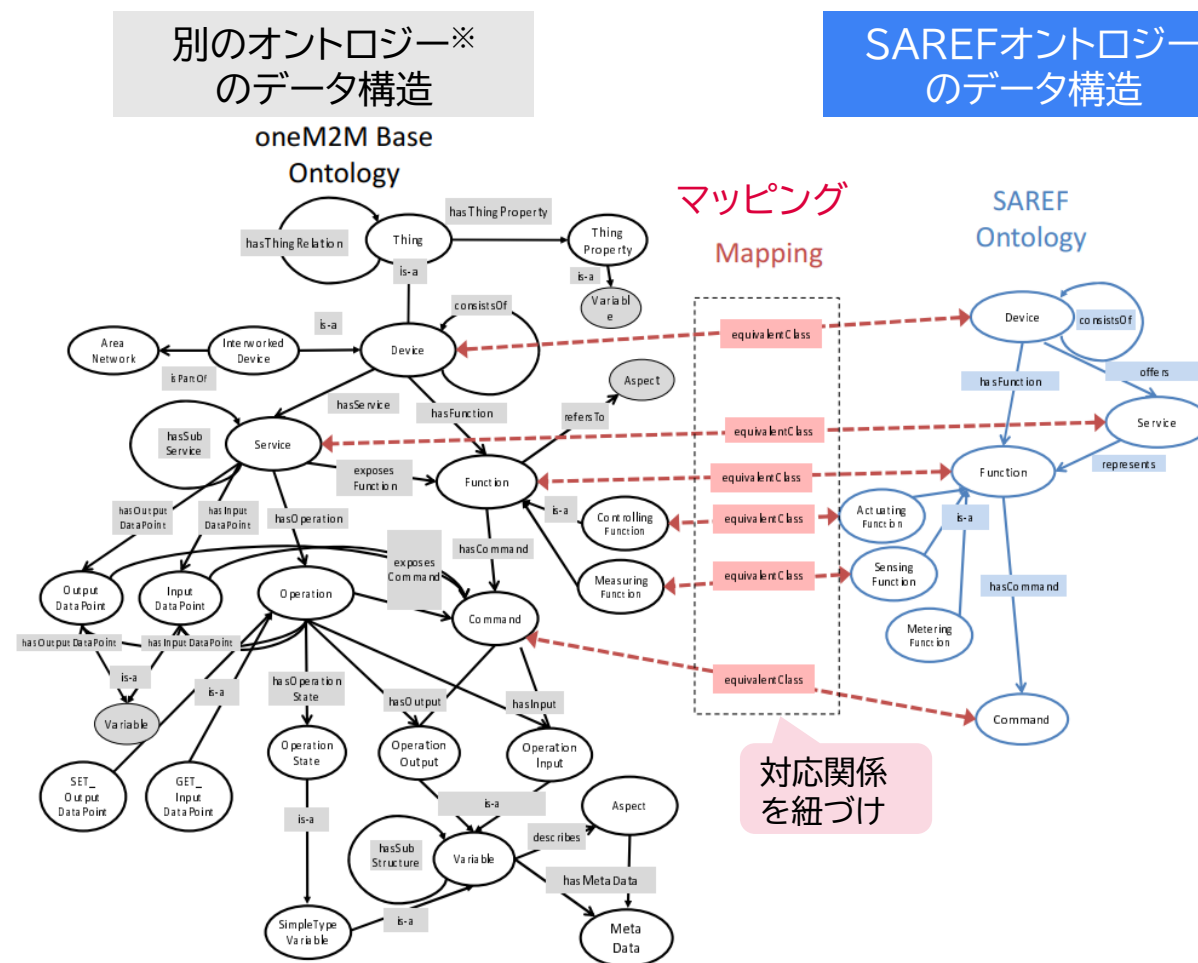


出所) Publications Office of the European Union, "Energy Smart Appliances' Interoperability: Analysis on Data Exchange from State-of-the-art Use Cases", 閲覧日: 2024年9月12日, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC130268> より三菱総研作成

(参考)SAREFオントロジーへのマッピングの例

- マッピングでは、SAREFオントロジーにおける各項目と、別のAPIやプロトコル等の項目の対応関係を整理する。

oneM2MベースのオントロジーからSAREFオントロジーへのマッピングのイメージ



※ ここではオントロジー同士のマッピングの例を図示しているが、プロトコルやAPIとのマッピングも同様に行われる。

出所) ETSI, "ETSI TS 103 264 V3.1.1 SmartM2M; Smart Applications; Reference Ontology and oneM2M Mapping, 閲覧日: 2024年9月12日, https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103200_103299/103264/03.01.01_60/ts_103264v030101p.pdf 三菱総研一部追記

DRready要件の内容

(参考)SAREFオントロジーのSGAMモデルにおけるレイヤー

- 欧州CoCでは、データフォーマットを定めているのではなく、データモデルが共通で準拠するオントロジーのみを定めている。

Businessレイヤー (市場構造、規制、政策、ビジネスモデル、ビジネスポートフォリオ)		ビジネスユースケース		ハイレベルユースケース	
Functionレイヤー (物理的実装からは独立した機能・サービス)		プライマリユースケース		ユースケース機能	
欧州CoCのスコープ Informationレイヤー (物理的実装やファンクションの間 でやりとりされる情報)	オントロジー、 情報モデル	SAREF			
	データモデル	SPINE Resources (EN50631)	SPINE IoT Resources (EN50631)	S2(EN 50491-12-2)、 Home Connectivity Alliance、 Matter等 の中で定義されるデータモデル	
Communicationレイヤー (機器間の情報転送のための プロトコルやメカニズム)	データフォーマット	CSV	JSON	XML	...
	通信規格	SHIP(EN50631)	HTTP/ REST API/ Open API OAuth2(EN50631)		...
		Websockets			
		TLS			
		UDP	TCP		
		IP			
Componentレイヤー(機器の物理的実装)					

出所) 欧州連合, “Code of Conduct on energy management related interoperability of Energy Smart Appliances(V.1.0)”,
 閲覧日: 2024年9月5日, https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/inline-files/code_of_conduct_on_energy_management_related_interoperability_of_energy_smart_appliances_v.1.0.pdf より三菱総研作成

外部制御機能：ユースケース(1/2)



- 実現すべきユースケースをCENELEC EN50631:2023を引用する形で規定している。

Section4. 遵守事項

本行動規範の署名者は、以下についてあらゆる合理的な努力を行うことに合意する：

- 本行動規範の最初のバージョンが正式に発表されてから1年後の時点で、EU市場で入手可能なESAの少なくとも1つのモデルが、Annex1、Annex2に従い、特定のESAに適用されるユースケースを実装すること。
- aで規定された適用ユースケースの情報交換を可能にするために、標準化された公開API(Application Programming Interface)/公開通信プロトコルに基づく相互運用性プロファイルを実装すること。
- (略) ※セキュリティに関する項目のため、後述
- aで規定された適用ユースケース、bで規定された公開プロトコルに関連する全ての情報が、TSI TS 103 264(SAREFコア)および、ETSI TS 103 410シリーズ(SAREF拡張)の技術仕様(Annex2参照)に基づくオントロジーのSAREFフレームワークに完全に準拠し、対応するSAREF表現を持つことを保証すること。

Annex2. ユースケースの詳細とユースケースごとに必要となる最小限のデータ項目、SAREF/SAREF4xにおけるデータ形式
ユースケースは国際規格で標準化されている。このバージョンの行動規範のユースケースは、CENELEC EN50631:2023 -Household appliances network and grid connectivity, Part 1-4を使用している。

ユースケース	内容
フレキシブルスタート	最も早い動作開始時間、最も遅い動作終了時間、動作の中断等の制約条件を考慮するとともに、家庭全体の電力需要を評価し、動作時間を最適なものに変更することでフレキシビリティを提供する。
消費電力の監視	消費電力(W)を測定・データ提供できるようにする。
消費電力の制限	機器の最大有効消費電力の制限および、EMSとの接続障害が発生した場合の消費電力制限を行い、過負荷を防止する。
インセンティブテーブルに基づく消費電力管理	電気料金メニュー、再エネ発電量等を踏まえ、電気料金やCO2排出量を削減できるように消費電力をコントロールする。
手動操作	フレキシブルスタートやインセンティブテーブルに基づく消費電力管理等のユースケースに沿って運転をしていた際に、需要家が手動操作することで、運転パターンを上書きし、DRからのオプトアウトを可能にする。

出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2024年4月23日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

外部制御機能：ユースケース(2/2)



- 機器ごとに必須または任意で実現すべきユースケースを規定している。
- 電気給湯器では“消費電力の監視”および“消費電力の制限”の実現が必須要件として定められている。

○：必須要件
△：任意要件
－：規定対象外

ユースケース	白物家電 (洗濯機、タンブル乾燥機、 洗濯乾燥機、食洗機)	ヒートポンプ※	電気給湯器	暖房機器	換気機器
フレキシブルスタート	○	△	△	△	－
消費電力の監視	△	○	○	○	○
消費電力の制限	△	○	○	○	△
インセンティブテーブルに基づく消費電力管理	－	△	△	△	△
手動操作	○	△	△	△	△

※ヒートポンプ給湯機に限らないヒートポンプ技術全般

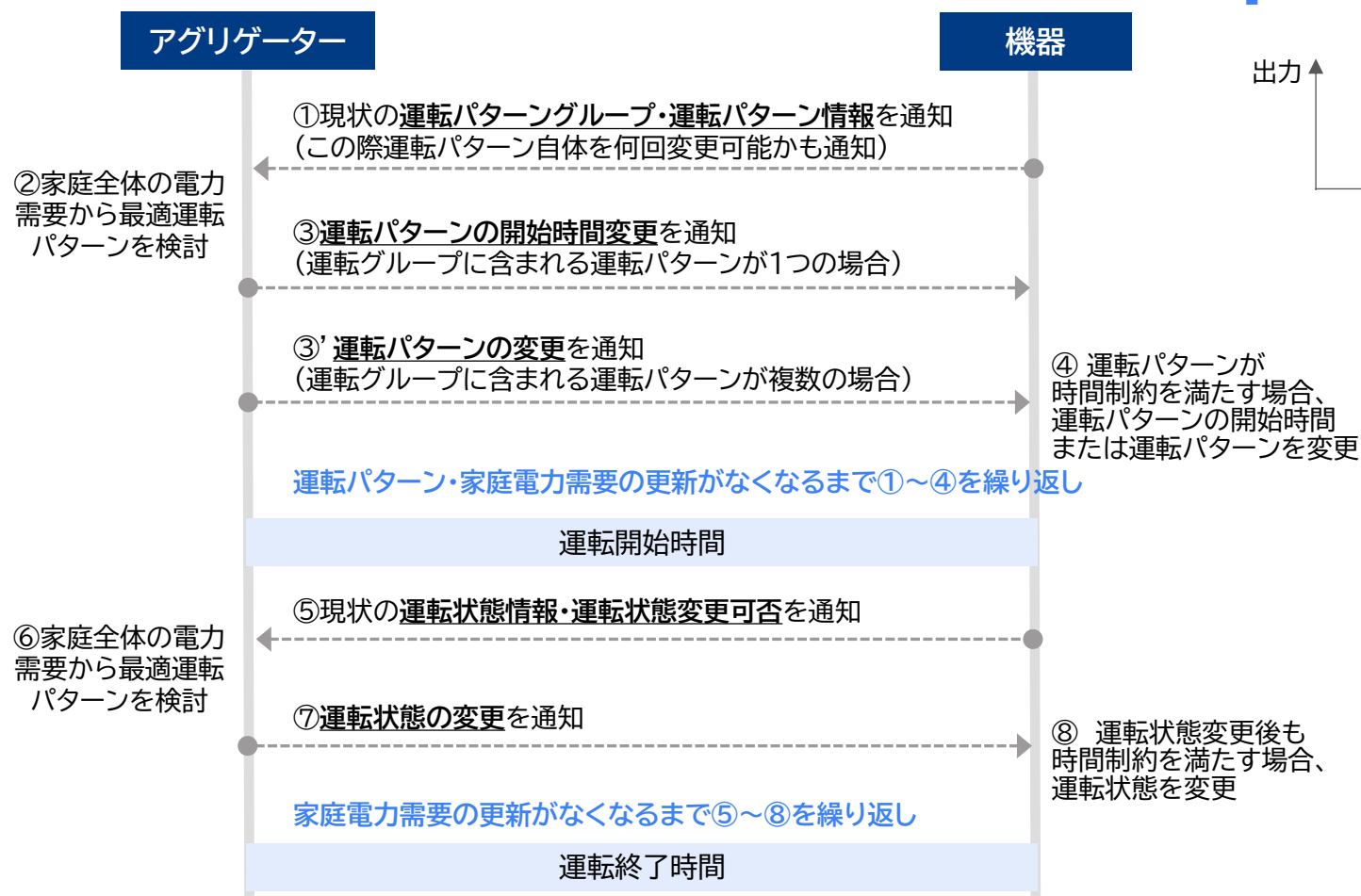
出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2024年4月23日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

外部制御機能：ユースケースの運用想定(1/2)

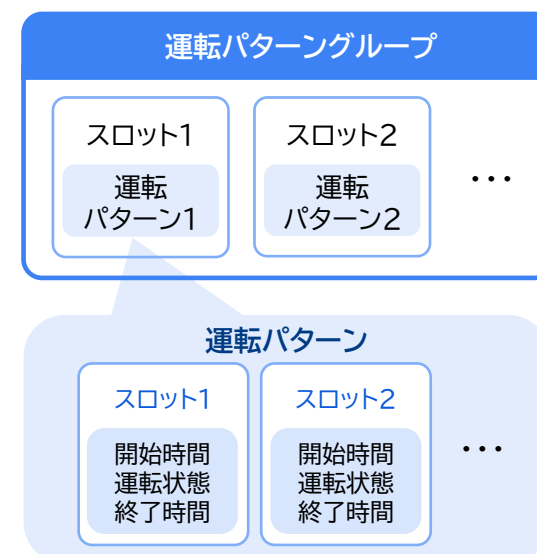
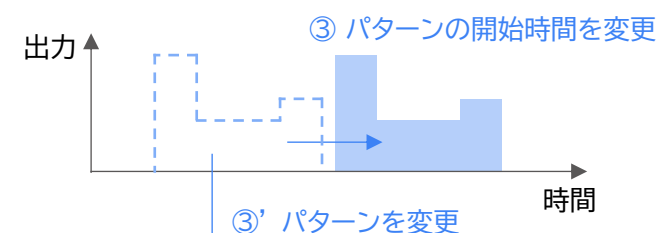


- フレキシブルスタートのユースケースでは、1つ以上の運転状態情報で構成される運転パターンおよび、1つ以上の運転パターンで構成される運転パターングループの情報をやり取りしたうえで、家庭全体の電力需要を最適化するような運転パターンになるよう制御を行っている。

フレキシブルスタートにおけるデータ通信のフロー



運転パターンのイメージと構成



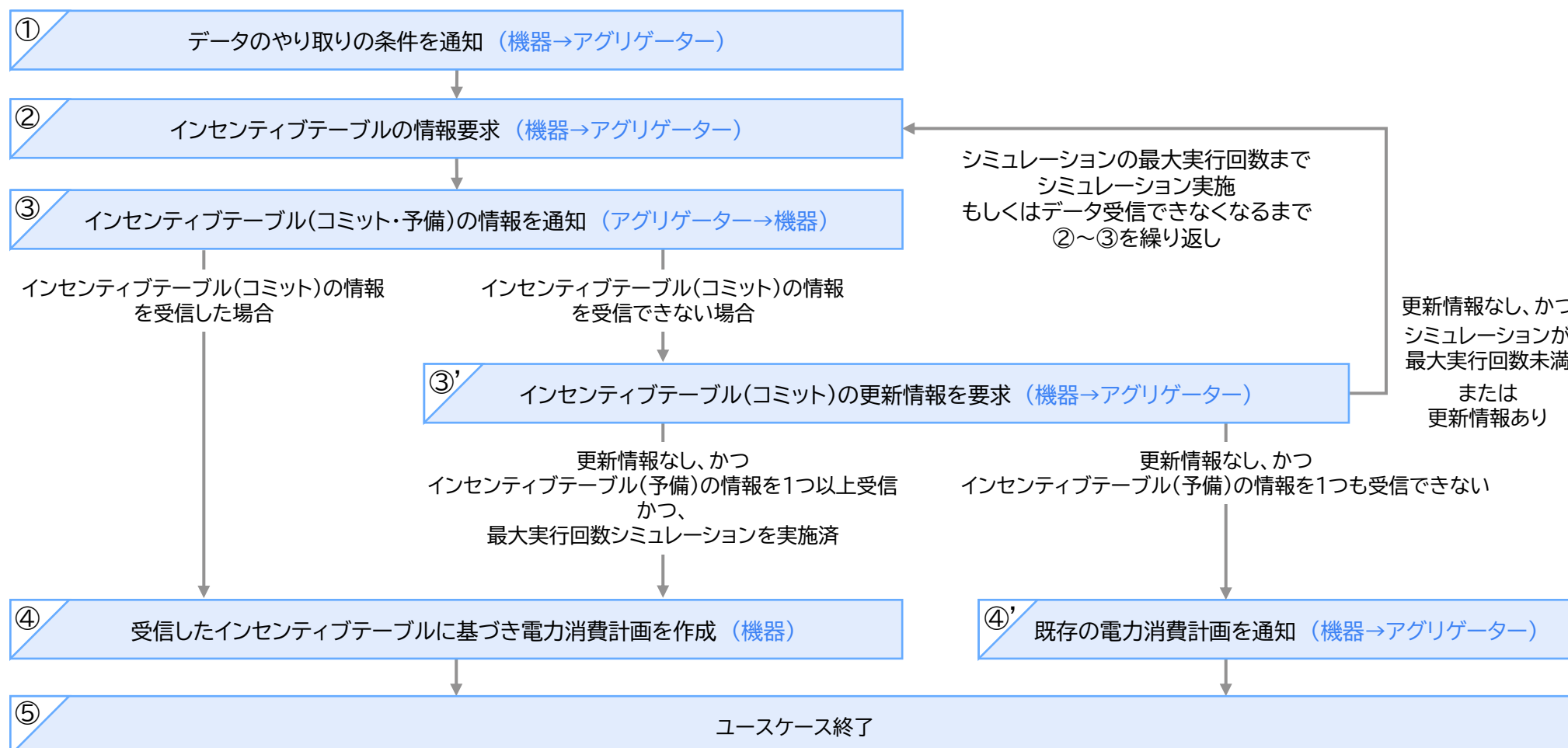
※スロット:運転パターン情報の格納場所

外部制御機能：ユースケースの運用想定(2/2)



- インセンティブテーブルに基づく消費電力管理のユースケースでは、インセンティブテーブル(電気料金メニュー等)の情報のやり取りおよび、機器側が受信したインセンティブテーブルの情報に基づく電力消費計画の作成を行っている。

インセンティブテーブルに基づく消費電力管理のデータ通信のフロー



出所)BSI Standards Publication, “EN50631:2023” より三菱総研作成

外部制御機能: データ項目(1/3)



- 消費電力監視のユースケースでは、通信が必要となるデータ項目は消費電力のみが求められている。
- 消費電力の制限のユースケースでは、最大消費電力、電力制限の変更可否や継続時間、仕様上の最大消費電力、通信断絶時のフェイルセーフ機能の継続時間等のデータ項目が求められている。

消費電力の監視におけるデータ項目

求められるデータ項目	単位	SAREFでの該当項目 (SAREFを引用)	SAREFでの格納場所 (SAREFを引用)	格納されているデータの形式
電力	watt	electricity	?commodity rdf:type saref:Electricity	10進数

消費電力の制限におけるデータ項目

求められるデータ項目	単位	SAREFでの該当項目 (SAREFを引用)	SAREFでの格納場所 (SAREFを引用)	格納されているデータの形式
最大消費電力	watt	powerLimitConsumptionMax	?powerLimitConsumptionMa xsaref:hasValue?powerLimit ConsumptionMaxValue	10進数
電力制限の変更可否	—	powerLimitIsChangeable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
電力制限が義務か否か	—	powerLimitIsObligatory	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
電力制限の継続時間	—	powerLimitDuration	上記同様に定めている	時間
電力制限の発動状態	—	powerlimitIsActive	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
仕様上の最大消費電力	watt	nominalPLConsumptionMax	上記同様に定めている	10進数
フェイルセーフ継続時間	—	failsafeStateDuration	上記同様に定めている	時間
フェイルセーフ継続時間の変更可否	—	failsafeStateDurationIsChangeable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
フェイルセーフ時消費電力制限 (標準値、最小値、最大値)	watt	failsafePLConsumption	上記同様に定めている	10進数
フェイルセーフ時最大消費電力変更可否	—	failsafePLConsumptionMax IsChangeable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)

※青色はアグリゲーターから機器の方向に通信されるデータ項目、白色は機器からアグリゲーターの方向に通信されるデータ項目
 出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2024年7月3日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

外部制御機能: データ項目(2/3)



- フレキシブルスタートのユースケースでは、機器の運転状態や、運転状態あるいは運転パターンの遠隔での変更可否、各運転状態の消費電力や持続時間等のデータ項目が求められている。

フレキシブルスタートにおけるデータ項目

求められるデータ項目	単位	SAREFでの該当項目 (SAREFを引用)	SAREFでの格納場所 (SAREFを引用)	格納されているデータの形式
機器の遠隔制御可否	—	nodeRemoteControllable	?powerprofile rdf:type s4ener:PowerProfile	論理値(“true”または“false”)
運転パターンの変更可否	—	supportsReselection	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
運転パターングループのID	—	alternativesID	上記同様に定めている	文字列
運転パターンのID	—	sequenceID	上記同様に定めている	文字列
運転状態	—	powerSequenceState	上記同様に定めている	運転予定、停止中、無効、運転中、一時停止、予定停止、保留、完了のいずれか
アクティブスロット数	—	activeSlotNumber	上記同様に定めている	10進数
運転状態の変更可否	—	sequenceRemoteControllable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
開始時間	—	startTime	上記同様に定めている	時刻
終了時間	—	endTime	上記同様に定めている	時刻
最も早い開始時間	—	earliestStartTime	上記同様に定めている	時刻
最も遅い終了時間	—	latestEndTime	上記同様に定めている	時刻
一時停止可否	—	isPausable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
終了可否	—	isStoppable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
スロットナンバー	—	powerSequenceSlotNumber	上記同様に定めている	文字列
スロットの持続時間	—	powerSequenceSlotDefaultDuration	上記同様に定めている	時間
特定スロットにおける消費電力の最小値又は最大値	watt	powerSequenceSlotValue	上記同様に定めている	10進数

※青色はアグリゲーターから機器の方向に通信されるデータ項目、白色は機器からアグリゲーターの方向に通信されるデータ項目
 出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2024年7月3日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

外部制御機能: データ項目(3/3)



- インセンティブテーブルに基づく消費電力管理のユースケースでは、インセンティブテーブルの開始・終了時間、インセンティブの大きさや単位等のデータ項目が求められている。

インセンティブテーブルに基づく消費電力管理におけるデータ項目

求められるデータ項目	単位	SAREFでの該当項目 (SAREFを引用)	SAREFでの格納場所 (SAREFを引用)	格納されているデータの形式
インセンティブテーブルID	—	IncentiveBasedProfileId	?incentiveBasedProfile rdf:type s4ener:IncentiveBasedProfile	文字列
インセンティブテーブル変更可否	—	incentiveBasedProfileIsChangeable	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
インセンティブテーブルアップデート要否	—	incentiveBasedProfileRequiresUpdate	上記同様に定めている	論理値(“true”または“false”)
インセンティブテーブルの目的	—	incentiveBasedProfileScopeType	上記同様に定めている	コミット、予備のいずれか
インセンティブテーブルのインセンティブタイプ	—	incentiveBasedProfileIncentiveType	上記同様に定めている	相対コスト、絶対コスト、CO2排出量、再エネ比率のいずれか
インセンティブテーブルのタイムスロットID	—	incentiveTableSlotId	上記同様に定めている	文字列
インセンティブテーブルのタイムスロット開始時間	—	incentiveTableTimeSlotBeginning	上記同様に定めている	時刻
インセンティブテーブルのタイムスロットの終了時間	—	incentiveTableTimeSlotEnd	上記同様に定めている	時刻
インセンティブのID	—	incentiveId	上記同様に定めている	文字列
インセンティブの単位	—	incentiveUnit	上記同様に定めている	€/kWh、kg/kWh、%のいずれか
インセンティブの値	—	incentiveValue	上記同様に定めている	10進数
インセンティブ下限値の単位	watt	incentiveLowerBoundaryUnit	上記同様に定めている	—
インセンティブ下限値の値	—	incentiveLowerBoundaryValue	上記同様に定めている	10進数
インセンティブ上限値の単位	watt	incentiveUpperBoundaryUnit	上記同様に定めている	—
インセンティブ上限値の値	—	incentiveUpperBoundaryValue	上記同様に定めている	10進数

※青色はアグリゲーターから機器の方向に通信されるデータ項目、白色は機器からアグリゲーターの方向に通信されるデータ項目

出所) 欧州連合, “Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日: 2024年7月3日, <https://ses.jrc.ec.europa.eu/development-of-policy-proposals-for-energy-smart-appliances> より三菱総研作成

セキュリティに関する規定



- セキュリティについて、使用する公開通信プロトコルに対し、最新かつ公開のセキュリティメカニズムを適用することが求められている。

Section4. 遵守事項

本行動規範の署名者は、以下についてあらゆる合理的な努力を行うことに合意する：

- a. (略) ※外部制御機能に関する項目のため、前述
- b. (略) ※外部制御機能に関する項目のため、前述
- c. **bで規定された使用する公開通信プロトコルに対し、最新かつ公開のセキュリティメカニズムを適用する：**
 1. 通信を安全にする
 2. インストール、管理、設定(システム役割の割り当てを含む)をサポートする
 3. ESAに対するアクセスに対して適切な認可を行う
 4. 施行されている EU の関連法に従い、個人データの利用を管理する
- d. (略) ※外部制御機能に関する項目のため、前述
- e. ユースケースを使用するために必要な条件、ユースケースの有効化方法、メリットなど、ユースケースに関する情報をエンドユーザーに提供すること。
- f. 行動規範の年次レビューにおいて、欧州委員会および加盟国当局と協力すること。
- g. 新しい ESA モデルを EPREL データベースに登録する際に、行動規範を遵守していることを示すこと。エネルギースマートアプライアンスの機能の実装は、以下のいずれかの方法で実現できる：
 1. ESA に物理的に組み込む
 2. 製造者クラウドにおいてデジタルツインとして表現される
 3. デジタルツインとして ESA に接続された dongle/アダプタに格納される

署名者は、EPRELの任意セクションにおいて、上記のいずれかの方法とESAの実装ユースケースを、対応する選択肢(チェックボックスなど)を選択することで示すよう、最善の努力を払うことを約束する。また、行動規範への言及がある技術的な宣伝資料において、ESAの機能を実装する方法を示すよう、最善の努力をすることを約束する。

提案されている評価方法(1/2)



- CoCへの準拠の評価は、基準仕様の策定、プロファイルの策定、テストツール制作、テスト実施の4つのフェーズで行うことが提案されている。
- 基準仕様については既にCoC内で定義されている一方、プロファイルの策定以降のフェーズについては、CoCに署名している企業等が自ら開発・テストを行うことが期待されている。

Phase1 基準仕様作成

- 相互運用性テストを実施するための前提条件を定義
 - ✓ 前提条件はCoCへの準拠、すなわち、白物家電、ヒートポンプ※、暖房機器、給湯器、換気機器についてはSAREF4ENERへ準拠していること。

Phase2 プロファイル作成

- ESAがデータ通信に用いる規格、交換するメッセージ・データモデルと、SAREF4ENERとの対応関係(プロファイル)を整理(マッピング)

Phase3 テストツール作成

- 作成されたプロファイルを基に、CoCへの準拠を評価できるテストツールを開発(詳細後述)

Phase4 テスト実施・検証

- 開発されたテストツールを使用し、評価対象のESAがCoCの要件に従って相互運用可能かを検証(詳細後述)

※ヒートポンプ給湯機に限らないヒートポンプ技術全般

出所)JRC, “Testing methodology of the Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日:2024年7月10日,

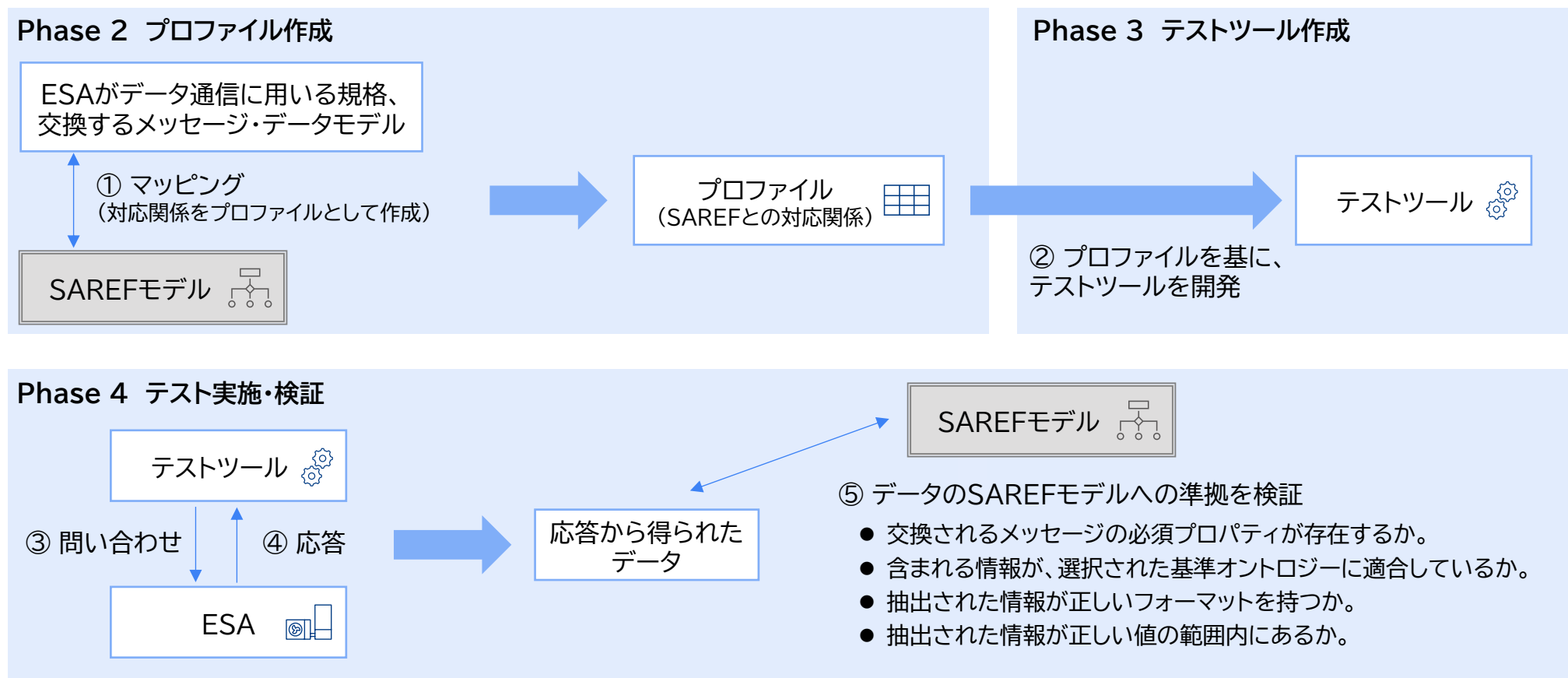
https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2023-08/20230814_draft_of_the_testing_methodology_2.pdf より三菱総研作成

提案されている評価方法(2/2)



- テストは、Phase2、3を経て作成されたテストツールを用いて実施する。
- テストツールとESAの間でやり取りを実施し、得られたデータがSAREFモデルと一致するかを検証する。
- 現在は試験方法の開発初期段階にあるため、メーカーが自らテストを実施する方針であるが、一度構築されたユースケースの試験の自動化の可能性も含め、円滑かつ確実な試験のための議論が継続される予定である。

Phase2～3の流れ



出所)JRC, “Testing methodology of the Code of Conduct for Energy Smart Appliances”, 閲覧日:2024年7月10日,
https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2023-08/20230814_draft_of_the_testing_methodology_2.pdf より三菱総研作成

Network Code on Demand Response 目的



- 電力市場にフレキシビリティリソース（DR、分散型電源等）を統合し、効率的で安定的な電力供給を実現することを目的に策定が進められている。
- 欧州全体でのエネルギー転換と市場の統合を目指している。

背景

エネルギーの脱炭素化

- ・ 再エネの普及拡大
- ・ 脱炭素化目標の達成

市場の一体化

- ・ 欧州市場の統合
- ・ 送電網の国際連携

規制の標準化

- ・ 各国に共通の基準・標準を設定



目的

市場統合の促進

- ・ 国際的な電力取引ルールの標準化
- ・ フレキシビリティリソースを活用した市場競争の促進

再エネの市場参加

- ・ 再生可能エネルギーの系統への統合
- ・ エネルギー貯蔵技術の促進

電力ネットワークの効率性と安定性の向上

- ・ 混雑管理と電圧制御による系統安定性の向上
- ・ フレキシビリティによるbalancingサービスの提供

消費者や市場参加者の利便性向上

- ・ 消費者メリットの向上
- ・ 事業者メリットの向上

出所) ACER, “PC_2024_E_07 - Public consultation on the draft network code on demand response”, 閲覧日: 2024年10月4日,
<https://www.acer.europa.eu/documents/public-consultations/pc2024e07-public-consultation-draft-network-code-demand-response> より三菱総研作成

Network Code on Demand Response 策定の流れ



- Framework Guideline on Demand Responseはネットワークコードを起草する際の指針となるガイドラインとして2022年に欧州委員会に提出された文書である。
- 欧州委員会は2023年にFramework Guideline on Demand Responseを承認し、ENTSO-EとEU DSO Entityに法的拘束力のあるEURLール(=Network Code on Demand Response)の提案書を起草するように要請した。

Framework Guideline on Demand Response		Network Code on Demand Response	
目的	広範なエネルギー政策や市場設計の指針を提供するための規制の枠組みを示し、その後に具体的な規則(=ネットワークコード)を策定するための基礎とすることを目的に策定された。	目的	フレームワークガイドラインに基づいて、具体的かつ実務的なルールを提供することを目的に策定が進められている。特に、DRの技術的・運用的な側面について詳細な規定を行う。
内容	DRが市場に統合されるために必要な基本的な原則や要件。	内容	送配電システムの安定性を保ちながら、DRを技術的に市場統合するための規則や要件。
策定者	ACERが中心となって策定	策定者	主にENTSO-EとEU DSO Entity
役割	エネルギー市場関係者(電力会社、送配電事業者、需要家等)にとっての指針として機能し、ネットワークコードがどのように設計されるべきかの基礎的な指針を提供。	役割	実際の運用や市場参加者が従うべき具体的なルールを提供し、DRの円滑な導入とシステムの安定を確保することを目指す。

出所)ACER, “PC_2024_E_07 - Public consultation on the draft network code on demand response”, 閲覧日:2024年10月4日,
<https://www.acer.europa.eu/documents/public-consultations/pc2024e07-public-consultation-draft-network-code-demand-response> より三菱総研作成

Network Code on Demand Response 義務化項目



- Network Code on Demand Responseでは市場アクセスの公平性、フレキシビリティサービスの調達、データの透明性、相互運用性および事前資格審査に関する事項が義務化される。

項目	義務化内容
市場アクセス	送電系統運用者(TSO)および配電系統運用者(DSO)は、DRやエネルギー貯蔵等のフレキシビリティリソースが電力市場に参加できるように、平等な市場アクセスを保証する義務を負う。
フレキシビリティサービスの調達	TSOおよびDSOは、フレキシビリティリソースを活用して、電力網の混雑管理や電圧調整、需給バランスの維持に貢献する義務を負う。
データ交換と透明性の確保	TSOおよびDSOは、市場参加者との間のリアルタイムのデータ交換を行い、市場参加者に対して需要と供給に関する情報を提供する義務を負う。
相互運用性の確保	電力市場内で使用されるシステムやプラットフォーム間の相互運用性を確保することが義務化される。
DRやエネルギー貯蔵の事前資格審査	フレキシビリティリソースが市場に参加する際の技術的基準に関する事前資格審査を受けることが義務化される。

出所)ACER, “PC_2024_E_07 - Public consultation on the draft network code on demand response”, 閲覧日:2024年10月4日,
<https://www.acer.europa.eu/documents/public-consultations/pc2024e07-public-consultation-draft-network-code-demand-response> より三菱総研作成

Network Code on Demand Response 規定内容の例



- 前述の市場アクセスの項目において、市場にアクセスするための具体的な運用ルールの一つとしてベースラインの設定に関する記述がある。
- フレキシビリティリソースとして、SPUとSPGが定義されており、それぞれで需要ベースラインを設定し、フレキシビリティ提供量をベースラインからの差分で計算を行う。
- このベースラインに基づき、FSP(アグリゲーターに相当)は市場でのフレキシビリティ取引を行う。

SPU (Service Providing Unit: サービス提供ユニット)	SPG (Service Providing Group: サービス提供グループ)
単一の接続点にあるリソースを集約して、市場にフレキシビリティサービスを提供するユニット。	複数の接続点にあるSPUを集約し、より大規模なフレキシビリティサービスを提供するグループ。

ベースライン設定: サービス提供者が市場に提供するフレキシビリティの「基準値」

基準となるエネルギー消費量や供給量を設定し、DRやエネルギー貯蔵等の貢献度を評価する

- ・ ベースライン設定方法は欧州規則2017/2195に従う。
- ・ サービス提供者、DSO、TSO、その他商業的利益を有する第三者はベースライン設定方法の新しいアプローチを提案する権利を有する。

FSPが制御量等を決定し、
電力市場と取引を実施



FSP (Flexibility Service Provider: フレキシビリティサービス提供者)
DRやエネルギー貯蔵可能なフレキシビリティリソースを活用して、リアルタイムで電力市場とやり取りする事業者。

出所) ACER, “PC_2024_E_07 - Public consultation on the draft network code on demand response”, 閲覧日: 2024年10月4日,
<https://www.acer.europa.eu/documents/public-consultations/pc2024e07-public-consultation-draft-network-code-demand-response> より三菱総研作成

IV. 機器のDRreadyに必要な要件の検討に係る その他の動向調査

- DRに用いられるプロトコル
- 要件化にあたり考慮が必要な可能性のある関連制度動向
 - IoTセキュリティ適合性評価制度
 - 電力データに関するプライバシーの議論動向

DRに用いられる主なプロトコル

- DRの用いられる主なプロトコルには以下のようなものがある。

プロトコルの対象範囲	プロトコル	蓄電池・蓄電システム プロパティの有無 ○:あり※1、×:なし※2	給湯器、ヒートポンプ給湯機 プロパティの有無 ○:あり※1、×:なし※2
クラウドを含む通信	IEC61850	○	×
	IEEE2030.5	○	○
	OpenADR	○	○
	BACnet	×	×
	ECHONET Lite Web API	○	○
	OCPP	×	×
機器-ゲートウェイ間の通信	EEBus SPINE	○	○
	Modbus	×	×
	ECHONET Lite	○	○
	Matter	○※3	○※3
	KNX	×	○
	ZigBee	×	○

※1 仕様書において、蓄電池または蓄電システムに相当する機器のプロパティが確認できるものを「あり(○)」、確認できないものを「なし(×)」として整理。

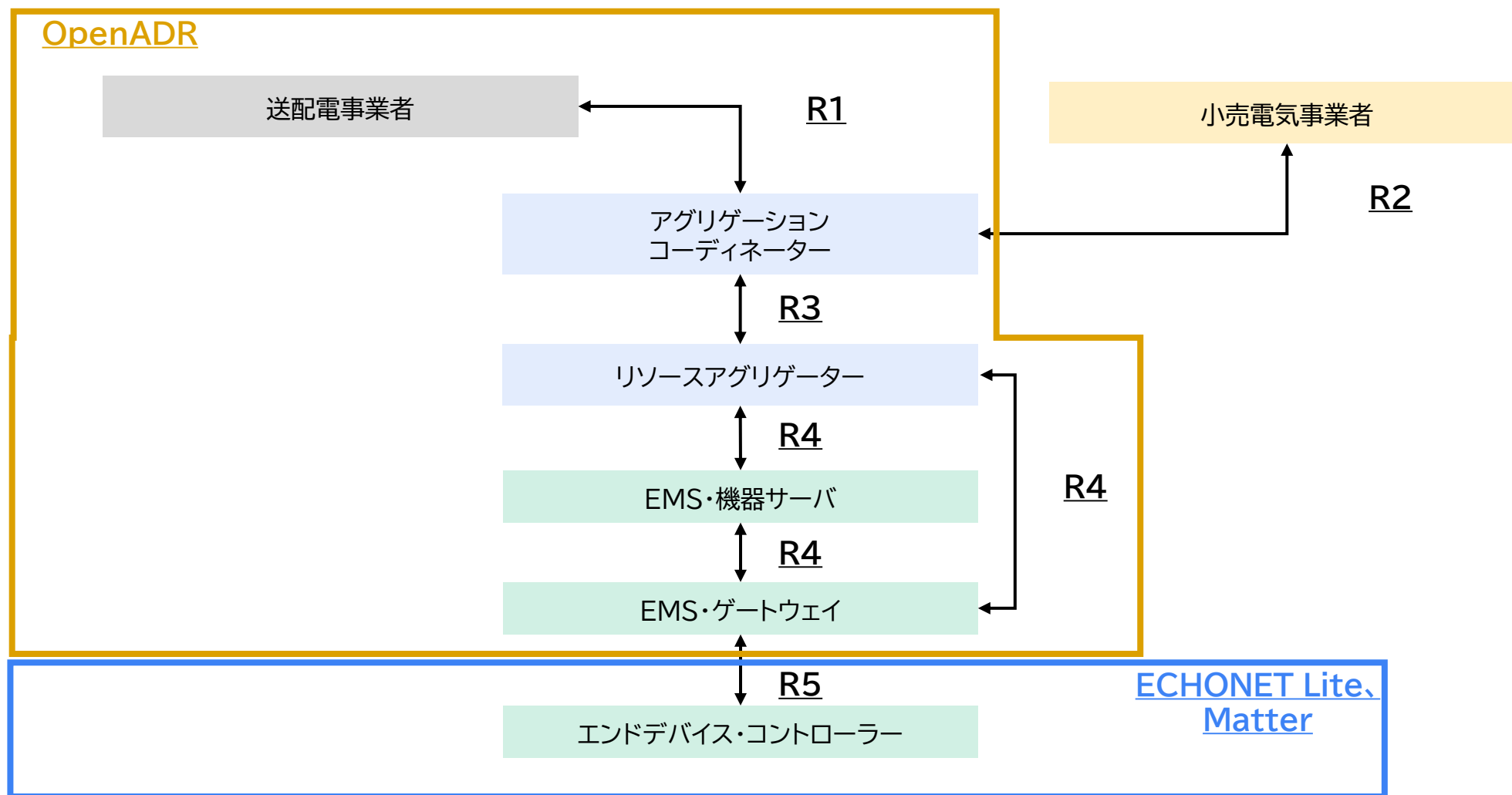
※2 仕様書において、給湯器またはヒートポンプ給湯機に相当する機器のプロパティが確認できるものを「あり(○)」、確認できないものを「なし(×)」として整理。

※3 Matter 1.4(2024年11月リリース)から新たに対応。

出所)各プロトコル仕様書(2025年2月時点の最新バージョン)より三菱総研作成

(参考)プロトコルのDRシステムにおける対象範囲

- OpenADRは、送配電事業者～ゲートウェイまでの広い範囲での活用が想定されているプロトコルである。
- ECHONET Lite、Matterに関しては、ゲートウェイ～エンドデバイス・コントローラーと直接機器に制御指示を送付する際に利用することが想定されているプロトコルである。



想定されているデータ形式

- クラウドを含む通信に用いられる公開されているAPIは、一般にマシンリーダブルな形式に対応している。
- 機器-ゲートウェイ間の通信に用いられるプロトコルは、バイナリ形式のデータの通信を行う等、マシンリーダブルな形式のデータの通信が想定されていない場合が多い。
- 機器-ゲートウェイ間では、人感センサー等、電源へのアクセスが限られ消費電力を抑える必要がある機器の活用も加味して通信容量を小さくするという思想でバイナリ形式のデータの通信を行っていると考えられる。

プロトコルの 対象範囲	プロトコル	想定されているデータ形式 ○:マシンリーダブル※1 ×:マシンリーダブルでない※2
クラウドを含む通信	IEC61850	○ XML
	IEEE2030.5	○ XML
	OpenADR	○ JSON
	BACnet	○ XML、JSON
	ECHONET Lite Web API	○ JSON
	OCPP	○ XML、JSON
機器-ゲートウェイ間の通信	EEBus SPINE	○ XML
	Modbus	× (バイナリ形式のデータの通信※3)
	ECHONET Lite	× (バイナリ形式のデータの通信※3)
	Matter	× (バイナリ形式のデータの通信※3)
	KNX	× (バイナリ形式のデータの通信※3)
	ZigBee	× (バイナリ形式のデータの通信※3)

※1 仕様書において、マシンリーダブルな形式のデータフォーマット(RDF、XML、JSON、CSV)の記載等、マシンリーダブルな形式への対応が読み取れる。

※2 仕様書において、マシンリーダブルな形式のデータフォーマット(RDF、XML、JSON、CSV)の記載等、マシンリーダブルな形式への対応が読み取れない。

※3 仕様書において、バイナリ形式の電文構成の記載が確認できる。

※4 仕様書において、給湯器またはヒートポンプ給湯機に相当する機器のプロパティが確認できる。

出所)各API、プロトコル仕様書より三菱総研作成

(参考)データ形式のマシンリーダブル性の整理事例

- EUが整備するEU諸国の公開データポータル「data.europa.eu」が発行する、「データ品質ガイドライン」において、代表的なデータ形式がマシンリーダブルか否かが整理されている。
- RDF、XML、JSON、CSVがマシンリーダブルであるとされている。

マシンリーダブル性(machine readability)の判断基準

- 構造化されたデータ形式がマシンリーダブルである。
- データ構造と対応する標準が一般に公開されており、無料で利用できるものでなければならない。

マシンリーダブルなデータの例(JSON形式)

項目	"program": {	
	"ID": "73536392",	
	"createdDateTime": "2020-01-08T18:52:50",	
	"programID": "ResHDPL5",	
	"retailerName": "Pacific Gas and Electric",	値
	"retailerID": "PGE",	
	"programName": "Residential Highly Dynamic Price Location 5",	
	"country": "US",	
ヘッダー	"principalSubdivision": "CA",	
	"timeZoneOffset": 8,	
	"activePeriod": {	
	"start": "2023-01-01T09:30:47Z",	
	"duration": "PT4H" },	
	"program Description": "http://www.pge.com/tariffs/ResHDPL5",	
	"bindingEvents": False,	
データ本体	"payloadTable": [	
	{ "payloadType": "PRICE", "units": "KWH", "currency": "USD" },	
	{ "payloadType": "GHG", "units": "GHG" }	

データ形式	マシンリーダブル性
RDF	○ マシンリーダブル
XML	○ マシンリーダブル
JSON	○ マシンリーダブル
CSV	○ マシンリーダブル
ODS	△ Predominantly (主としてマシンリーダブル)
XLSX	△ Predominantly (主としてマシンリーダブル)
XLS	△ Predominantly (主としてマシンリーダブル)
TXT	△ Predominantly (主としてマシンリーダブル)
HTML	△ Predominantly (主としてマシンリーダブル)
PDF	× マシンリーダブルでない
DOCX	× マシンリーダブルでない
ODT	× マシンリーダブルでない
PNG	× マシンリーダブルでない
GIF	× マシンリーダブルでない
JPG/JPEG	× マシンリーダブルでない
TIFF	× マシンリーダブルでない
DOC	× マシンリーダブルでない

出所) 欧州連合, "Data.europa.eu data quality guidelines", 閲覧日: 2024年9月9日, <https://op.europa.eu/webpub/op/data-quality-guidelines/en/#chapter4> より三菱総研作成

(参考)マシンリーダーダブル/マシンリーダーダブルでないデータの例

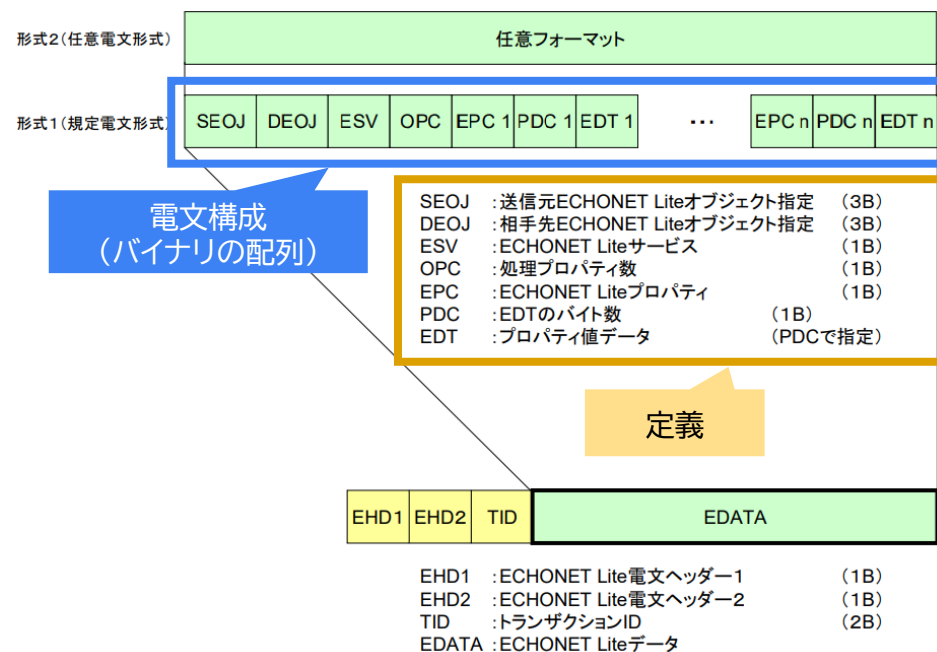
- マシンリーダーダブルでないデータ形式では電文構成の定義がないと構造が分からないのに対し、マシンリーダーダブルなデータ形式では、項目と値の対応関係(構造)が分かるようになっている。

マシンリーダーダブルなデータの例 (JSON形式)



項目と値の対応関係(構造)が分かる状態

マシンリーダーダブルでないデータの例 (バイナリ※で表現される形式)



値のみが配列している状態
(バイナリの場合にはこの値が0または1で表現される)

※ 0または1で表現される形式

出所) Open ADR alliance, "OpenADR Webinar - From 2.0 to 3.0", 閲覧日: 2024年9月9日,

<https://www.openadr.org/assets/OpenADR%20Webinar%20Nov%202023%20-%20From%202.0%20to%203.0.pdf>,

ECHONET Consortium, "ECHONET Lite 通信ミドルウェア仕様", 閲覧日: 2024年9月9日, [https://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/ECHONET_lite_V1.14_jp/ECHONET-Lite_Ver.1.14\(02\).pdf](https://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/ECHONET_lite_V1.14_jp/ECHONET-Lite_Ver.1.14(02).pdf) より三菱総研作成

(参考)SMART規格におけるマシンリーダブルの整理事例

- 国際標準化団体ISO/IECが規格類を機械判読可能にするために2024年中の開発を目指し検討しているSMART規格(Standards Machine Applicable, Readable and Transferable:機械による適用、読取り及び移動転送が可能な規格)では、マシンリーダブルを分類している。
- 機械が構造を理解できるように構造化されたデータ形式をLevel 2、
機械が規格文書から内容(contents)を識別できるようになった段階をLevel 3
機械が内容を解釈(interpret)し利用できる段階をLevel 4
とし、Level 2以上をマシンリーダブル(machine-readable)としている。
- Level 2として、XML形式を例示している。



出所)JSA, “SMART規格”, 閲覧日:2024年9月9日, <https://webdesk.jsa.or.jp/common/W10K0500/index/dev/smart/> より三菱総研作成

IV. 機器のDRreadyに必要な要件の検討に係る その他の動向調査

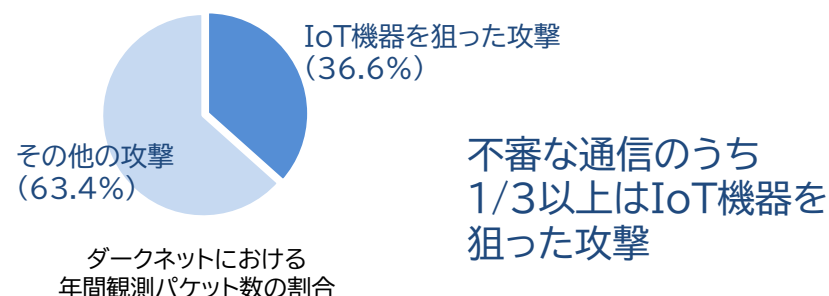
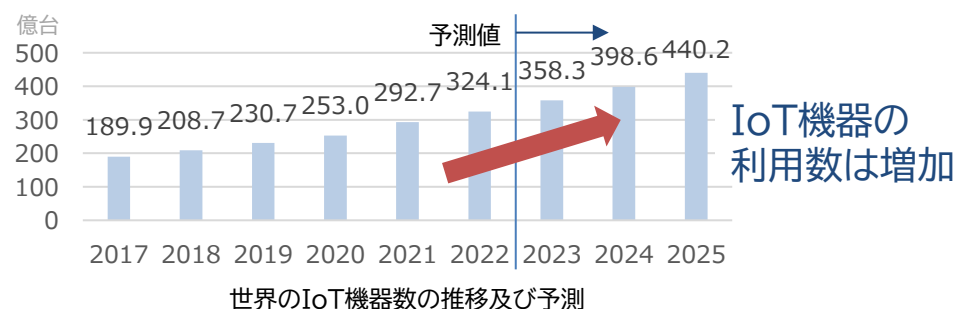
- DRに用いられるプロトコル
- 要件化にあたり考慮が必要な可能性のある関連制度動向
 - IoTセキュリティ適合性評価制度
 - 電力データに関するプライバシーの議論動向

IoTセキュリティ適合性評価制度 制度構築の背景・目的

- IoT機器の急増に加え、IoT機器を狙った攻撃も急増。
- 急増するIoT機器の脅威に対し、諸外国では、IoT機器のセキュリティ対策に関する制度検討が進展。
- 我が国のIoT製品がグローバルマーケットから弾き出されないよう、諸外国の取組状況も考慮しつつ、共通的な物差しでIoT製品のセキュリティ機能を評価・可視化し、適切な対策が講じられている製品が広まる仕組みの構築が必要。

▶ 「IoT機器に対するセキュリティ適合性評価制度構築に向けた検討会」を設置。
制度構築に向け、2024年3月に検討会の最終とりまとめ、2024年8月に制度構築方針を公開。

ネットワークに接続される機器や攻撃の傾向

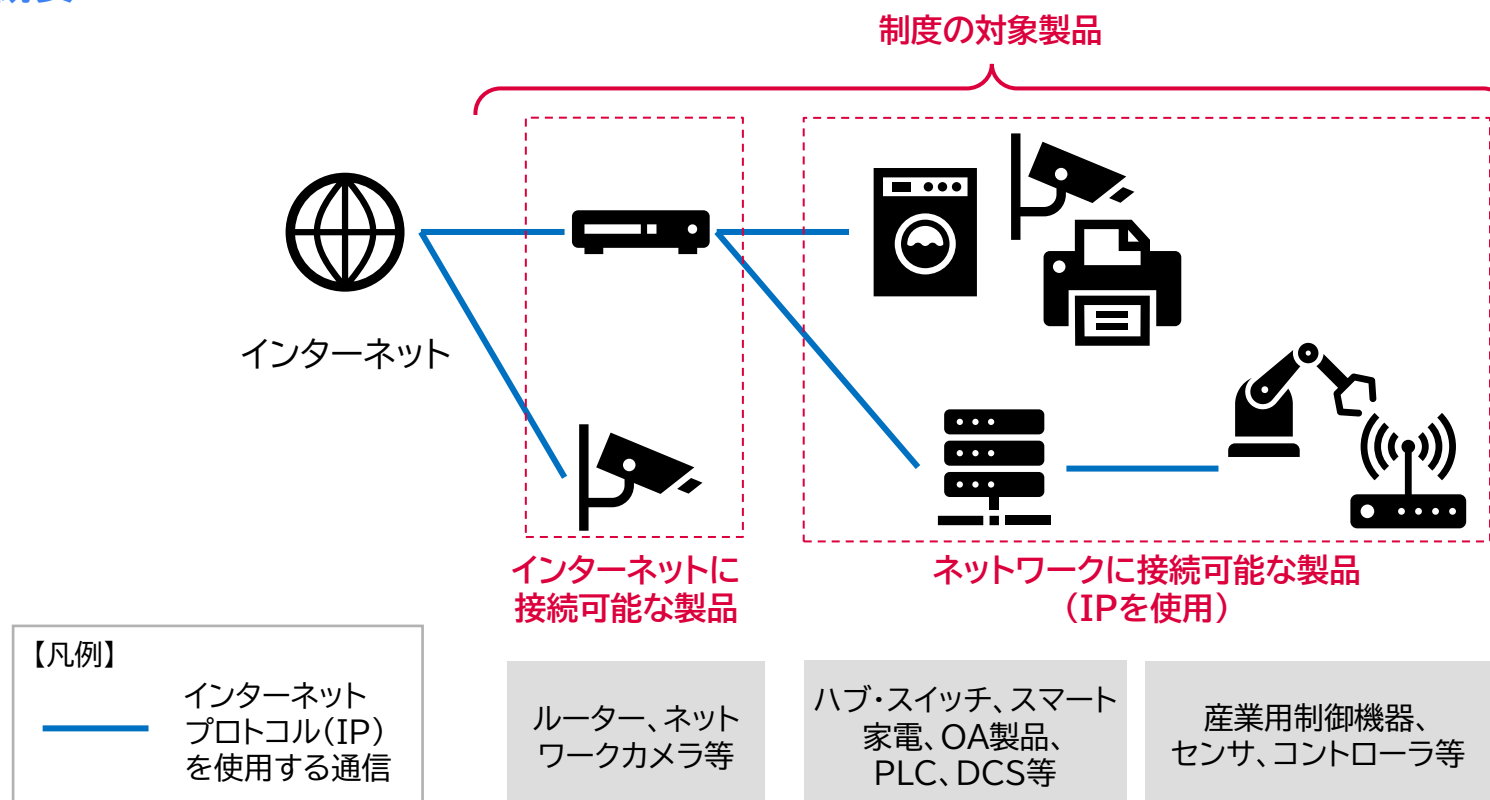


ネットワークに接続される機器(IoT機器)は増加傾向、IoT機器を狙った攻撃は多い

制度の対象製品

- インターネットに直接接続されない製品も含め、インターネットプロトコル(IP)を使用する通信機能を持つ、幅広いIoT製品が制度の対象となる。

対象製品の概要(※1)

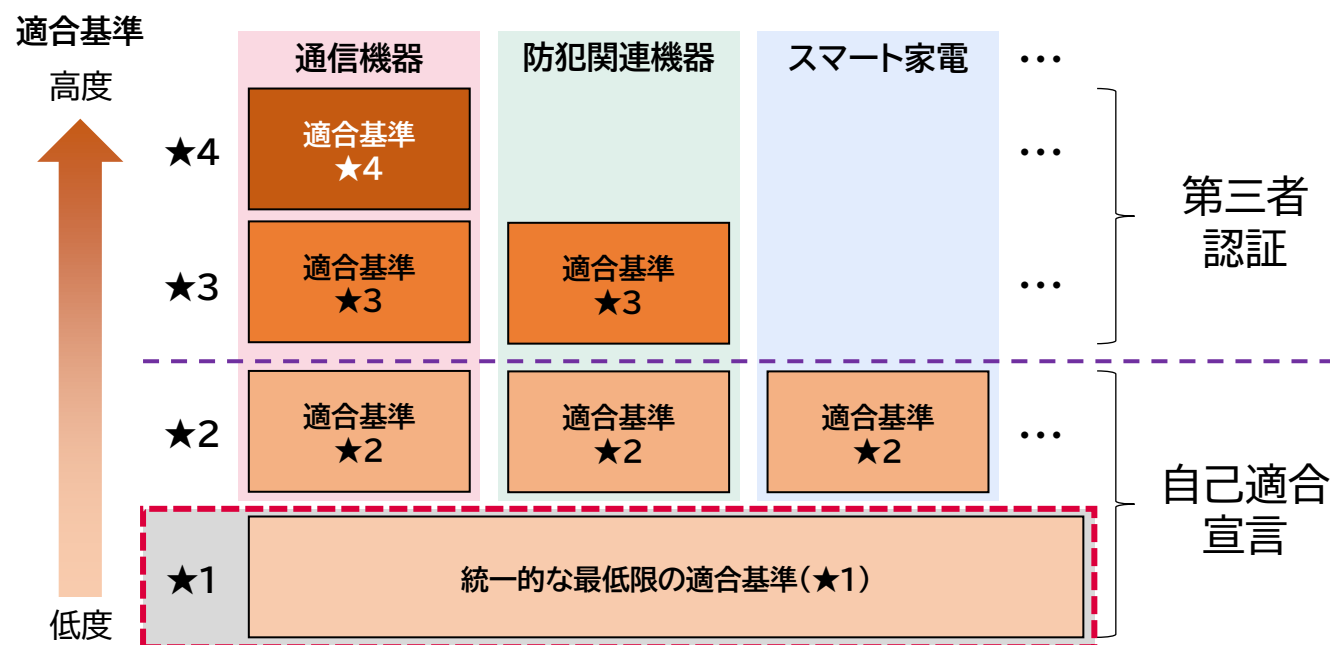


(※1)国内外の一部の既存制度と同様に、利用者がソフトウェア製品等により容易にセキュリティ対策を追加することができる汎用的なIT製品(パソコン、タブレット端末、スマートフォン等)は対象外。

制度における適合性評価レベル

- IoT製品共通の最低限の脅威に対応するための基準(★1)及び製品類型ごとの特徴に応じた基準(★2～★4)の複数の適合性評価レベルを用いた制度とする。
- ★1については、2025年3月頃の制度開始を予定している。

制度における適合性評価レベル

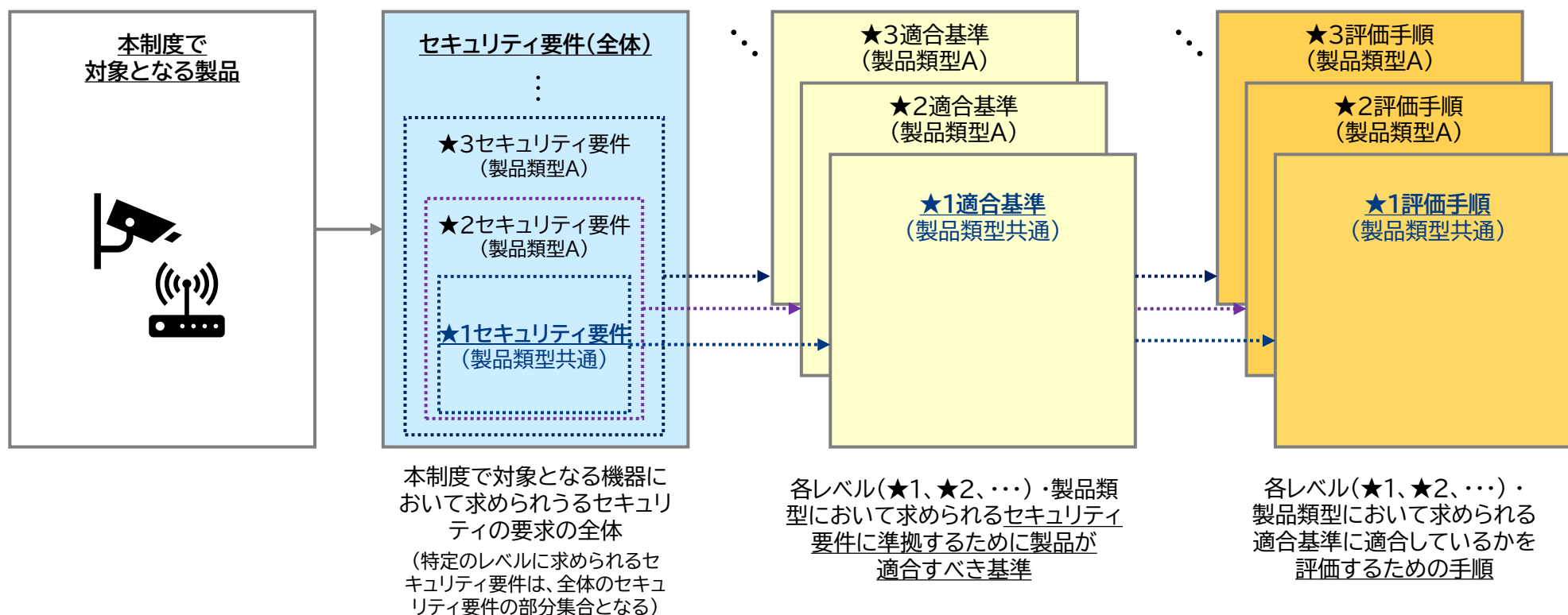


★1について、2024年度中(2025年3月を想定)の開始を目指し、当該要件・適合基準に関して、2024年3月からパブコメを実施

セキュリティ要件・適合基準・評価手順の関係性

- 本制度で対象となる製品に求められるセキュリティ要件の全体のうち、★1の要件に準拠するために製品が適合すべき基準を「★1適合基準」、当該基準に適合しているかを評価する手順を「★1評価手順」として策定。

セキュリティ要件・適合基準・評価手順の関係性



※ 青字…★1の制度開始に向け、2023年度に案を議論・策定

★1で求められる適合基準と想定脅威との関係

- ★1で考慮する主な脅威に対し、★1で求める適合基準を策定。

※評価項目数としては16個に集約。一部の適合基準については、対象外も選択しうること留意。

★1で考慮する主な脅威			脅威に対抗するために★1で求める適合基準 概要			
			IoT製品に対する適合基準		IoT製品ベンダーに対する適合基準	
			カテゴリ	適合基準の概要	カテゴリ	適合基準の概要
1. ①弱い認証機能により、外部からの不正アクセスの対象となり、マルウェア感染や踏み台となる攻撃等を受けることで、情報漏えい、改ざん、機能異常の発生につながる脅威	①弱い認証機能により、	外部からの不正アクセスの対象となり、マルウェア感染や踏み台となる攻撃等を受けることで、情報漏えい、改ざん、機能異常の発生につながる脅威	識別・認証、アクセス制御	(1)適切な認証に基づく <u>アクセス制御</u> (2)容易に推測可能なデフォルトパスワードの禁止 (3)パスワード等の認証値の変更機能 (4)ネットワーク経由のユーザ認証に対する総当たり攻撃からの保護	情報提供	(16)ユーザへのセキュアな利用・廃棄方法に関する情報提供(初期設定手順、セキュリティ更新、サポート期限、安全な廃棄手順等)
	②脆弱性の放置により、		脆弱性対策、ソフトウェア更新	(6)ソフトウェアコンポーネントのアップデート機能 (7)容易かつ分かりやすいアップデート手順 (8)アップデート前のソフトウェアの完全性の確認機能 (10)ユーザが型式番号を認識可能とする記載・機能	情報・問い合わせの受付、情報提供	(5)連絡先・手続き等の脆弱性開示ポリシーの公開 (9)セキュリティアップデートの優先度決定方針の文書化
	③未使用インタフェースの有効化により、		インターフェースへの論理アクセス	(13)不要かつリスクの高いインタフェースの無効化(物理的・論理的な通信ポート等)	—	—
	①～③共通		データ保護	(11)製品に保存される守るべき情報の保護(保存データの暗号化、匿名化等)	—	—
2. 機器の通信が盗聴され、守るべき情報が漏えいする脅威			データ保護	(12)ネットワーク経由で伝送される守るべき情報の保護(通信の暗号化、保護された通信環境の利用等)	—	—
3. 廃棄・転売等された機器から、守るべき情報が漏えいする脅威			データ保護	(15)製品内に保存される守るべき情報の削除機能	情報提供	※(16)に含む
4. ネットワーク切断や停電等の事象が発生した際に、セキュリティ機能に異常が発生する脅威			レジリエンス向上	(14)停電・ネットワーク停止等からの復旧時の認証情報やソフトウェア設定の維持(初期状態に戻らないこと)	—	—

出所)経済産業省, “IoT製品に対するセキュリティ適合性評価制度構築方針”, 閲覧日:2025年3月18日,

https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/wg_cybersecurity/iot_security/20240823.html より三菱総研作成

ECHONET Lite機器での実装における留意事項(1/5)

- ★1の各評価項目における適合基準の詳細と、★1の適合に向けてECHONET Lite機器が実装すべき事項に関する留意事項は以下のとおり。

※ 色塗りは、ECHONET Lite機器における実装に当たって特に留意が必要な項目。

評価項目#	適合基準概要	適合基準詳細	ECHONET Lite機器における実装方針／留意事項
1	適切な認証に基づくアクセス制御	IoT製品に対するIP通信を介した守るべき情報資産への他のIoT機器又はユーザからのアクセスに対して、適切な認証に基づくアクセス制御が行われていること。 なお、電気通信事業法に基づく端末機器セキュリティに係る技術基準を含めた技術基準適合認定を受けたIoT製品(技適[T]マーク又は[A]マークが付与されたIoT製品)は、本適合基準に適合しているとみなす。(この場合、「基本情報」シートに「電気通信事業法に基づく技術基準適合認定番号等(技適[T]マークの設計認証番号又は[A]マークの技術基準適合認定番号)」を記入のこと。	Layer4でTCP/UDPを利用し、他の機器又はユーザから「守るべき情報資産」へのアクセスが存在するECHONET Lite機器においては、当該アクセスに対し、認証(例:ID + パスワードに基づく認証等)に基づくアクセス制御が必要となる。 【実装例】 ・ ECHONET Liteの下位レイヤにおいて、認証が可能なセキュア通信プロトコル(WPA、WPA2等)を採用し、ECHONET Liteから透過的にセキュリティを確保する。
2	容易に推測可能なデフォルトパスワードの禁止	IoT製品に対するネットワークを介したユーザ認証の仕組み、又は、IoT機器初期設定時のクライアント認証の仕組みにてパスワードを使用する IoT 製品において、IoT製品導入時にデフォルトパスワードが使用される場合に、以下の①・②のいずれかの基準を満たすこと。 ① デフォルトパスワードは、IoT機器毎に異なる一意の値で、容易に推測可能でない6文字以上のパスワードであること。 ② デフォルトパスワードは、初回起動時にユーザによるパスワード変更を必須とする機能を実装し、当該機能において設定可能なパスワードとして、8文字以上のパスワードの設定を強制させること	ECHONET Lite機器に対するネットワークを介したユーザ認証の仕組み、又は、機器初期設定時のクライアント認証の仕組みにてパスワードやパスコードを使用する製品において、①・②のいずれかの基準を満たすパスワードの実装を行うことで、適合基準に準拠可能。 ※ ECHONET Lite機器において、ネットワークを介したユーザ認証の仕組みを導入している機器は限定的と考えられる。
3	パスワード等の認証値の変更機能	IoT製品に対するネットワークを介したユーザ認証において使用される認証値の変更について、認証の種類(パスワード、トークン、指紋等)に依らず、その認証値の変更を可能とすること。	ECHONET Lite機器に対するネットワークを介したユーザ認証の仕組みを導入している場合に、パスワード等の認証値の変更を可能とする実装とすることで、適合基準に準拠可能。
4	ネットワーク経由のユーザ認証に対する総当たり攻撃からの保護	IoT機器が、制約のある機器ではない場合、IoT機器に対するネットワークを介したユーザ認証の仕組みについて、総当たり攻撃を困難とすること。	ECHONET Lite機器に対するネットワークを介したユーザ認証の仕組みを導入している場合に、以下のようなユーザ認証の実装を行うことで、適合基準に準拠可能。 【実装例】 ・ネットワークを介したユーザ認証について、認証試行が一定回数失敗することで、追加の認証試行を禁止する。 ・ネットワークを介したユーザ認証について、認証試行が一定回数失敗することで、認証を一定期間停止する。 ※ 機器が「制約のある機器」に該当する場合は対象外。

出所)IPA, “セキュリティ要件適合評価及びラベリング制度(JC-STAR)★1レベル適合基準・評価手法”, 閲覧日:2025年3月18日,
https://www.ipa.go.jp/security/jc-star/tekigou-kizyun-guide/label1/begoj90000004zgc-att/JC-STARlevel1_tekigoukizyun_hyouka.pdf より三菱総研作成

ECHONET Lite機器での実装における留意事項(2/5)

評価項目 #	適合基準概要	適合基準詳細	ECHONET Lite機器における実装方針／留意事項
5	連絡先・手続き等の脆弱性開示ポリシーの公開	製造業者は、以下の①～③のすべての情報を含む脆弱性開示ポリシーを公開(例:製造業者のウェブサイトへの掲載)すること。 ① IoT製品のセキュリティの問題に関して、製造業者へ報告するための連絡先(例:製造業者等のウェブサイトの URL、電話番号、メールアドレス) ② 製造業者が IoT製品のセキュリティに関する報告を受領した後に行う手続き及びその概要 ③ 脆弱性が解決されるまでの IoT製品や脆弱性の状況更新に関する手続き及びその概要	ECHONET Lite製品(ECHONET Lite機器+付随するモバイルアプリ等の関連サービス)の製造業者において、製品に関する脆弱性開示ポリシーを公開すれば、適合基準に準拠可能。
6	ソフトウェアコンポーネントのアップデート機能	IoT製品に含まれるソフトウェアコンポーネントのアップデート機能について、以下の①～③のすべての基準を満たすこと。 ① IoT製品のファームウェア(ソフトウェア)パッケージについて、アップデートが可能であること。 ② ファームウェア(ソフトウェア)パッケージのバージョンの確認が行えるなど、最新のファームウェア(ソフトウェア)がインストールされていることを確認する手段を有すること。 ③ アップデートされたファームウェア(ソフトウェア)パッケージのバージョンが電源OFF後も維持されること。 なお、電気通信事業法に基づく端末機器セキュリティに係る技術基準を含めた技術基準適合認定を受けたIoT製品(技適[T]マーク又は[A]マークが付与されたIoT製品)は、本適合基準に適合しているとみなす。(この場合、「基本情報」シートに「電気通信事業法に基づく技術基準適合認定番号等(技適[T]マークの設計認証番号又は[A]マークの技術基準適合認定番号)」を記入のこと。)	ECHONET Lite製品において、以下のすべての実装を行うことで、適合基準に準拠可能。 ①:製品のソフトウェア・ファームウェアに関して、アップデート可能な実装とすることで、準拠可能。 ②:製品において、設定画面や付随するモバイルアプリ上などで、バージョン情報が確認できる実装とすることで、準拠可能。 ③:電源OFF後もアップデートしたソフトウェア・ファームウェアが維持される実装とすることで、準拠可能。
7	容易かつ分かりやすいアップデート手順	ユーザがアップデートを適用する際、容易かつ分かりやすい手順でソフトウェアのアップデートを実行可能とすること。	ECHONET Lite製品において、以下のようなアップデート方法を実装することで、適合基準に準拠可能。 【実装例】 ・自動的にアップデートが実行される。 ・ユーザが、製品の関連サービス(モバイルアプリ等)を利用してアップデートを実行できる。 ・ユーザが、製品のインタフェース(ウェブインタフェース等)を介してアップデートを実行できる。 ・ユーザが、製品のウェブサイトからアップデートファイルをダウンロードし、製品に対してアップデートを実行できる。

出所)IPA, “セキュリティ要件適合評価及びラベリング制度(JC-STAR)★1レベル適合基準・評価手法”, 閲覧日:2025年3月18日,
https://www.ipa.go.jp/security/jc-star/tekigou-kizyun-guide/label1/begoj90000004zgc-att/JC-STARlevel1_tekigoukizyun_hyouka.pdf より三菱総研作成

ECHONET Lite機器での実装における留意事項(3/5)

評価項目 #	適合基準概要	適合基準詳細	ECHONET Lite機器における実装方針／留意事項
8	アップデート前のソフトウェアの完全性の確認機能	ソフトウェアをネットワーク経由でアップデートする際、ソフトウェアの完全性をアップデート前に確認できる仕組みを有すること。	ECHONET Lite製品において、以下のようなアップデート方法を実装することで、適合基準に準拠可能。 【実装例】 ・アップデートソフトウェアをインストールする前に、付与されたハッシュ値との照合を行い、照合の結果、不一致が確認された場合にはインストールを中止する。 ・PCやスマートフォン等の関連アプリケーションにおいて、更新ソフトウェアに付与されたハッシュ値との照合を行い、照合の結果、不一致が確認された場合にはインストールを中止する。
9	セキュリティアップデートの優先度決定方針の文書化	製造業者は、セキュリティ課題に対する迅速なアップデートを目的として、セキュリティアップデートの優先度を決定するための方針や指針を文書化すること。	ECHONET Lite製品の製造業者において、セキュリティアップデートの優先度を決定するための方針や指針(例:対応する脆弱性の深刻度や重要度の指標、脆弱性の種類等)を文書化すれば、適合基準に準拠可能。
10	ユーザが型式番号を認識可能とする記載・機能	IoT製品の型番は、以下のいずれかの方法でユーザへ提供すること。 ① IoT製品本体に、IoT製品の型番を直接記載すること。 ② IoT製品の GUI、ウェブUI等や、IoT製品に付帯するソフトウェア、アプリケーション（スマホアプリなど）の GUI、ウェブUI等から、ユーザが型番を認識できるようにすること。	ECHONET Lite製品の製造業者において、製品の型式番号をユーザへ提供すれば、適合基準に準拠可能。
11	製品に保存される守るべき情報の保護(保存データの暗号化、匿名化等)	IoT製品のストレージに保存される守るべき情報資産(SDカード等、ストレージメディアに保存される守るべき情報資産も含む。)は、セキュアに保存されること。	ECHONET Lite製品に保存される「守るべき情報資産」について、以下のような保護対策を実装することで、適合基準に準拠可能。 【実装例】 ・守るべき情報資産を暗号化した上で保存する。 ・守るべき情報資産をハッシュ化した上で保存する。 ・守るべき情報資産をセキュア領域(仮想化技術上、セキュアチップ上など)に保存する。 ・個人情報、匿名加工情報又は仮名加工情報に変換した上で保存する。

出所)IPA, “セキュリティ要件適合評価及びラベリング制度(JC-STAR)★1レベル適合基準・評価手法”, 閲覧日:2025年3月18日,
https://www.ipa.go.jp/security/jc-star/tekigou-kizyun-guide/label1/begoj90000004zgc-att/JC-STARlevel1_tekigoukizyun_hyouka.pdf より三菱総研作成

ECHONET Lite機器での実装における留意事項(4/5)

評価項目 #	適合基準概要	適合基準詳細	ECHONET Lite機器における実装方針／留意事項
12	ネットワーク経由で伝送される守るべき情報の保護(通信の暗号化、保護された通信環境の利用等)	ネットワーク経由で伝送される守るべき情報資産について、情報の盗聴に対する以下のいずれかの保護対策が行われていること。 ① 他のIoT機器やサーバ(クラウド上のサーバを含む)へネットワークを介して伝送される守るべき情報資産について、情報の盗聴に対する保護対策をIoT機器自らが行う。 ② 他のIoT機器やサーバ(クラウド上のサーバを含む)へネットワークを介して伝送される守るべき情報資産について、保護された通信環境(VPN環境や専用線を経由した接続環境)においてのみ伝送される。	ECHONET Lite機器において「守るべき情報資産」(通信設定情報など)がネットワーク経由で伝送される場合、当該通信において、情報の盗聴に対する保護対策が必要となる。 【実装例】 - インターネットには当該情報資産を伝送せず、宅内有線LANにおいてのみ伝送する。この伝送方法について、マニュアルやウェブサイト等の媒体にて、ユーザに周知する。 - ECHONET Liteの下位レイヤにおいて、暗号化が可能なセキュア通信プロトコル(DTLS、WPA、WPA2等)を採用し、ECHONET Liteから透過的にセキュリティを確保する。(具体的なセキュア通信プロトコルについては『ECHONET Liteシステム設計指針』が参考となる。) - 暗号化された情報資産のみを伝送する。
13	不要かつリスクの高いインタフェースの無効化(物理的・論理的な通信ポート等)	IoT製品において、外部からサイバー攻撃を受けるリスクを低減するために、製品の利用上不要かつ攻撃を受けるリスクがある物理的インタフェース及び論理的インタフェースを無効化するとともに、IoT製品に対する脆弱性検査を実施すること。具体的には、以下の①・②のすべての基準を満たすこと。 ①IoT製品において、高頻度で利用され、脆弱性などのリスクが想定される以下のインタフェースについて、IoT製品の利用上不要かつ攻撃を受けるリスクがあるインタフェースを無効化すること。 A) TCP/UDPポート B) Bluetooth C) USB ②IoT製品に対して脆弱性スキャンツールによる既知の脆弱性検査を実施し、攻撃に悪用される可能性がある脆弱性が検出されないこと。	ECHONET Lite製品に対して、以下のすべてを満足することで、適合基準に準拠可能。 ①:A)～C)のインタフェースを用いる製品において、製品の利用上不要かつ攻撃を受けるリスクがあるインタフェース(23/TCP及び2323/TCPのtelnetなど)を無効化することで、準拠可能。 ②:開放されているインタフェースに対して脆弱性ツール(Greenbone Vulnerability Management (GVM)、Nessus、Vuls等のツールが利用可能)による脆弱性検査を実施し、攻撃に悪用される可能性がある脆弱性が検出されないことで、準拠可能。

出所)IPA, “セキュリティ要件適合評価及びラベリング制度(JC-STAR)★1レベル適合基準・評価手法”, 閲覧日:2025年3月18日,
https://www.ipa.go.jp/security/jc-star/tekigou-kizyun-guide/label1/begoj90000004zgc-att/JC-STARlevel1_tekigoukizyun_hyouka.pdf より三菱総研作成

ECHONET Lite機器での実装における留意事項(5/5)

評価項目 #	適合基準概要	適合基準詳細	ECHONET Lite機器における実装方針／留意事項
14	停電・ネットワーク停止等からの復旧時の認証情報やソフトウェア設定の維持(初期状態に戻らないこと)	停電等による電力供給の停止やネットワークの停止により、IoT機器の電源がOFFになった後、電力供給が再開され、ネットワーク機能が復帰した際に、アクセス制御の際に使用する認証値(パスワード、秘密鍵など)の設定及びアップデートが完了したソフトウェアが工場出荷時の初期状態に戻ることなく、電源OFFになる直前の状態を維持できること。 なお、電気通信事業法に基づく端末機器セキュリティに係る技術基準を含めた技術基準適合認定を受けたIoT製品(技適[T]マーク又は[A]マークが付与されたIoT製品)は、本適合基準に適合しているとみなす。(この場合、「基本情報」シートに「電気通信事業法に基づく技術基準適合認定番号等(技適[T]マークの設計認証番号又は[A]マークの技術基準適合認定番号)」を記入のこと。)	ECHONET Lite機器において、機器の電源がOFFになった後、電力供給が再開され、ネットワーク機能が復帰した際でも、アクセス制御の際に使用する認証値(パスワード、秘密鍵など)の設定及びアップデートが完了したソフトウェアが工場出荷時の初期状態に戻ることなく、電源OFFになる直前の状態を維持できるよう実装することで、適合基準に準拠可能。
15	製品内に保存される守るべき情報の削除機能	IoT製品利用中にIoT製品のストレージに保存されたデータの削除機能について、以下の①・②のすべての基準を満たすこと。 ① ユーザによって、IoT機器本体や必須付随サービス(モバイルアプリケーション等)を介して、ユーザに関する少なくとも以下のデータを削除できること。 A) IoT製品利用中に取得した情報資産(個人情報含む) B) ユーザ設定値 C) ユーザが設定した認証値、IoT製品利用中に取得した暗号鍵やデジタル署名 ② データ削除後も、アップデートされたセキュリティ機能に関するファームウェア(ソフトウェア)パッケージのバージョンは維持されること。	ECHONET Lite製品に対して、以下のすべてを満足することで、適合基準に準拠可能。 ①: A)～C)に関する情報を削除できる機能を提供することで、準拠可能。 ②: A)～C)に関する情報を削除したあとでも、アップデートされたセキュリティ機能に関するソフトウェア・ファームウェアが維持される実装とすることで、準拠可能。
16	ユーザへのセキュアな利用・廃棄方法に関する情報提供	製造業者は、IoT製品のサイバーセキュリティに関する情報提供について、以下の①～⑤のすべての基準を満たす対応を行うこと。 ① 初期設定の方法など、IoT製品の利用上、サイバーセキュリティに影響が生じる設定や使用方法について、安全に利用できる手順を周知すること。 ② IoT製品のセキュリティアップデートのリリース時にそのアップデートの内容や必要性、アップデートを行わない場合の影響などを周知する仕組みがあること。 ③ アップデートを行わなかったときに想定される事故や障害・一般的に想定される事故や障害に対して、免責事項を周知すること。 ④ 対象製品やサービスのサポート期限又はサポート終了時の方針を周知すること。 ⑤ IoT製品内に守るべき情報資産が残留したまま廃棄や中古販売することで想定されるリスクや、データ消去を含むIoT製品の安全な利用終了方法を周知すること。	ECHONET Lite製品の製造業者において、製品のサイバーセキュリティに関する①～⑤の情報をユーザに提供すれば、適合基準に準拠可能。

出所)IPA, “セキュリティ要件適合評価及びラベリング制度(JC-STAR)★1レベル適合基準・評価手法”, 閲覧日: 2025年3月18日,
https://www.ipa.go.jp/security/jc-star/tekigou-kizyun-guide/label1/begoj90000004zgc-att/JC-STARlevel1_tekigoukizyun_hyouka.pdf より三菱総研作成

【参考】適合基準における用語の定義

用語	定義
守るべき情報資産	以下のすべての情報： ・通信機能に関する設定情報 ・セキュリティ機能に関する設定情報 ・機器の意図する使用において、機器が収集し、保存又は通信する、個人情報等の一般的に機密性が高い情報
認証値	認証メカニズムで使用される属性の個別値。 例：認証メカニズムがパスワードの要求である場合、認証値は文字列とすることができる。認証メカニズムが生体指紋認証である場合、認証値は左手の人差し指の指紋とすることができる。
制約のある機器	データを処理する機能、データを通信する機能、データを保存する機能、又はユーザと対話する機能のいずれかにおいて、意図された使用のために物理的な制約がある機器。 注 1：物理的な制約は、電源、バッテリー寿命、処理能力、物理アクセス、機能の制限、メモリの制限、又はネットワーク帯域幅の制限による場合がある。制約のある機器は、基地局やコンパニオンデバイスなどの別の機器によってサポートされることが必要となる場合がある。 例 1：バッテリーを充電又は交換できない窓センサ。 例 2：ストレージの制限により、機器のソフトウェアをアップデートすることができないため、セキュリティの脆弱性を管理するためには、ハードウェアの交換又はネットワークの分離しか選択肢がない機器。 例 3：様々な場所に配置できるようにバッテリーを使用している低電力機器。これらの機器では、高電力な暗号化処理を実行するとバッテリーの寿命が急速に短くなるため、アップデートの検証は基地局又はハブに頼っている。 例 4：Bluetooth ペアリングのためのバインドコードを検証するための表示画面がない機器。 例 5：認証情報を入力する機能がない機器。（キーボードを介した入力機能など） 注 2：有線接続された電源を有し、IP ベースのプロトコル及びそのプロトコルで使用される暗号プリミティブをサポートできる機器は、制約のある機器ではない。 例 6：コンセントを使って給電され、主に TLS(トランスポート層セキュリティ)を使用して通信を行う機器。

出所)IPA, “セキュリティ要件適合評価及びラベリング制度(JC-STAR)★1レベル適合基準・評価手法”, 閲覧日:2025年3月18日,
https://www.ipa.go.jp/security/jc-star/tekigou-kizyun-guide/label1/begoj90000004zgc-att/JC-STARlevel1_tekigoukizyun_hyouka.pdf より三菱総研作成

IV. 機器のDRreadyに必要な要件の検討に係る その他の動向調査

- DRに用いられるプロトコル
- 要件化にあたり考慮が必要な可能性のある関連制度動向
 - IoTセキュリティ適合性評価制度
 - 電力データに関するプライバシーの議論動向

電力データに関するプライバシーの議論動向

- 2015年のスマートメーター制度検討会では、如何なるデータであっても電気事業法との関係性により適切なデータ管理が必要であると整理されている。
- 上記に基づきガイドラインでは、スマートメーターシステムで利用・保管されるデータに対して、ライフサイクルにわたる適切な管理・暗号化の検討・保存期限と廃棄・プライバシー規定に基づいた保護の4点が求められている。
- 次世代スマートメーター制度検討においては、上記に加えてデータ利活用が進むことが想定されることから、改ざんされず必要な期間保存される機能の必要性について述べられている。

スマートメーター制度検討会
セキュリティWGの報告書
2015年7月

事業者が保有する情報のうち、個人情報については、個人情報保護法において、事業者に対して、個人データの安全管理措置義務を課すことにより、個人情報の適切な管理に関するサービスレベルの維持を義務付けている。また、個人情報の適切な管理に関するサービスレベルを維持するために事業者が実施すべき具体的な対策については、個人情報保護法に基づき国が定める「個人情報の保護に関する法律についての経済産業分野を対象とするガイドライン」(平成26年12月12日厚生労働省・経済産業省告示第4号)が存在する。
個人情報に該当しない情報については、その適切な管理について、法律上明示的な義務は課されていない。しかしながら、「電気の利用者の利益を保護し、及び電気事業の健全な発達を図る」という電気事業法の目的に鑑みれば、個人情報に該当しない情報であっても、事業者がその保有する情報を適切に管理しなければならないことは当然であると考えられる。

検討会の内容に基づきガイドラインを制定

スマートメーターセキュリティガイド
ライン
2016年制定、2019年改訂

2.データの管理

スマートメーターシステム上で利用又は保管されるデータは、ライフサイクルにわたって適切に管理し、データの保護手段として暗号化を検討する。データは作成時に有効期間を設定し、有効期間が終了したデータはすみやかに廃棄する。有効期間終了後も利用するときには再度有効期間を設定する。また、プライバシー情報が含まれる場合は、プライバシーに関する規定に基づいて保護する。

次世代スマートシステムに向けて改定を検討

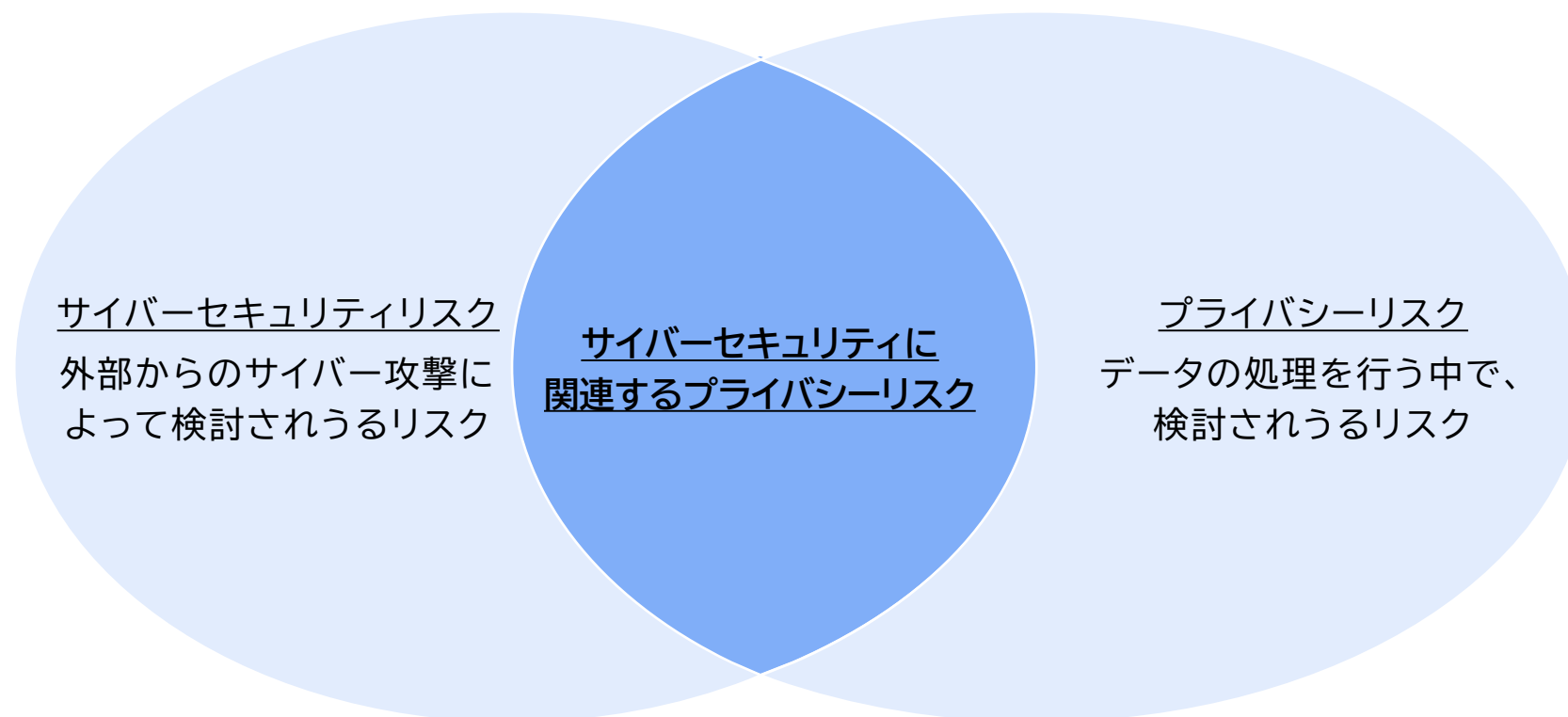
次世代スマートメーター制度検討会の
取りまとめ
2022年5月

これらを踏まえ、次世代スマートメーターシステムにおいて新たに追加した維持すべきサービスレベルを、下線で示す。(省略)
③ 情報の適切な管理に関すること
・ 情報を適切に管理し、その漏洩等が生じないこと
・ 計量値を改竄されることなく必要な期間保存すること

出所) 経済産業省, “スマートメーター制度検討会セキュリティ検討WG 報告書”, 閲覧日: 2024年6月11日, https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12166597/www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/security_kentou/pdf/report01_02_00.pdf, JESC, “スマートメーターセキュリティガイドライン”, 閲覧日: 2024年6月11日, https://jesc.gr.jp/jesc-assent/private/jesc_Z0003_19.html, 経済産業省, “次世代スマートメーター制度検討会 取りまとめ”, 閲覧日: 2024年6月11日, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/jisedai_smart_meter/pdf/20220531_1.pdf より三菱総研作成

(参考) プライバシーとサイバーセキュリティの関係性

- サイバーセキュリティとは、外部からのサイバー攻撃によって検討されうるリスクに対する対策が主な対象である。
(例: ランサムウェア、機器の脆弱性の悪用による不正アクセス、標的型攻撃など)
- プライバシーとは、データの流通・処理を行う上で検討されうるリスクに対する対策が主な対象である。(例: データの管理方法、データのガバナンスポリシーなど)
- サイバーセキュリティとプライバシーの対策では一部重なる部分もあるが、主たる対象は違う。
(例: データの完全削除、プライバシーリスクに応じたアクセス制御など)



V. 機器のDRreadyに必要な要件の方向性

国内におけるDRに関する機器の現状 ヒートポンプ給湯機

- 調査結果も踏まえ、DRready勉強会においてヒートポンプ給湯機のDRready要件の方向性が議論された。

本調査における現状のまとめ

- ヒートポンプ給湯機のDR制御の仕組みには、ゲートウェイ(GW)経由型、機器メーカーサーバ経由型の2種類がある
- 2023年度の出荷台数は約61万台※1
 - うち97%はGW経由の制御に対応可能
 - うち69%は機器メーカーサーバ経由の制御に対応可能
- 導入済みヒートポンプ給湯機のうち、DR接続されているものは数%程度
 - GW経由の接続よりもメーカーサーバ経由の接続の方が多い
- 需要家の行動に合わせた沸き上げ計画を立て、沸き上げを実行することで、必要なお湯を需要家に提供している(湯切れを起こさないようにしている)

要件検討の方向性(DRready勉強会より)

外部制御機能

- DRサービサーがDR可能量を機器等から取得し、その範囲内でDR指令を機器等に送信、機器等がDR指令を加味した沸き上げ計画を作成するパターンを基本として、DRready要件を検討

通信接続機能

- 『DRサービサーサーバーと機器メーカーサーバーの間』だけではなく、『GWとアダプタの間』とも接続できることを検討

※1 調査対象は日冷工自主統計参加メーカー、2023年度末時点でヒートポンプ給湯機を自社ブランドとして販売していることが確認できたメーカー9社。

国内におけるDRに関する機器の現状 家庭用蓄電池

- 調査結果も踏まえ、DRready勉強会において家庭用蓄電池のDRready要件の方向性が議論された。

本調査における現状のまとめ

- 家庭用蓄電池のDR制御の仕組みには、ゲートウェイ(GW)経由型、機器メーカーサーバ経由型の2種類がある
 - ヒートポンプ給湯機と比べ、リモコン以下が機器とPCSで構成されるという違いはあるものの大きな差はない
 - 蓄電池メーカーがHEMSをセット提供しHEMSメーカーサーバを通じサービス提供やDRサービサーとの連携を実施する場合もある
- 2023年度の出荷台数は約17万台※1
うち全てがGW経由の制御に対応可能、うち58%は機器メーカーサーバ経由の制御に対応可能
- 家庭用蓄電池の基本的な運転モードとして、平時における経済性向上(売電優先モード、自家消費優先モード)と、停電時におけるバックアップ電力の確保(停電時対応モード)がある
 - FITによる売電価格の減少に伴い、直近および将来は自家消費優先モードが主
- 家庭用蓄電池の充放電の挙動はPVの発電に依存するため、DR活用余地は天候により異なる。
 - 晴天時は午前中にPV余剰を充電、昼間にSOCが100%になり、夕方以降放電を行うため、上げDRの余地は小さい一方、下げDRの余地は大きい。
 - 雨天時はPV発電量が小さく低SOCで維持されるため、上げDRの余地は大きい一方、下げDRの余地は小さい。

要件検討の方向性(DRready勉強会より)

外部制御機能

- 家庭用蓄電池の本来用途を「自家消費優先モードによる経済性向上」及び「バックアップ電力の確保」として検討
- DR活用の在り方について検討する際には、時間帯や天候を考慮する必要がある

通信接続機能

- ヒートポンプ給湯機同様、“機器等がGWと通信できること及びDRサービサーサーバと構造化されたデータ形式を用いて通信できること”を要件として求める方向性
- 機器メーカーとHEMS GW・HEMSメーカーサーバのメーカーが同一の場合の整理を検討する

※1 調査対象はJEMA自主統計参加メーカー、2023年度末時点で家庭用蓄電池を販売していることが確認できたメーカー11社。

諸外国におけるDRの制度の検討状況からの示唆(1/2)

- 各国それぞれのDRの活用目的・課題に応じた制度の検討を進めている。

	DR活用の背景・目的	DRready要件および義務化の検討状況
 米国	需給バランス確保の効率化	オレゴン州、ワシントン州 ● 機器の省エネ基準において、電気給湯器(需要の約20%を占める)にDRready要件への準拠を義務化 カリフォルニア州 ● 建築物の省エネ基準において、電気給湯器(需要の約20%を占める)にDRready要件への準拠を義務化
 英国	系統混雑(主に需要起因)、需給バランスの対策コスト削減	● EV充電器: 系統混雑の主要因になるため、他の機器に先んじてDRready要件を義務化 ● その他機器: 標準PASをベースに義務化の要否・内容を検討中 ● ヒートポンプ給湯機、ハイブリッド給湯機: 明確なDRの効果が見込まれるため、義務化の方向 ● 家庭用蓄電池: DR機能付き家庭用蓄電池も多いため、義務化の是非について業界からの意見募集中
 豪州	需要ピーク時、PV余剰時の緊急の負荷軽減	● 標準AS/NZSをベースに義務化の是非を検討し、以下機器に対して義務化の方向性を提示 ● エアコン(需要ピークの主要因)、プールポンプ(夏の需要ピーク時の稼働大)、電気給湯器(冬の需要ピーク時の稼働大)、EV充電器(導入量増加時に需要ピーク要因となる可能性大・導入初期のDRready化は追加投資も小) ● 家庭用蓄電池(電気料金に合わせ同時に充放電された場合のピークが懸念)は、PVインバータと同一標準で対象にすることが望ましいため、長期的な検討が必要とされ、DRready要件の義務化は未検討 南オーストラリア州(課題が先んじて発生している) ● 需要ピークの主要因になるエアコンに対し、標準AS/NZSへの準拠を義務化
 欧州	需給バランス、系統混雑への対策コスト削減	● 家庭用DR対応機器(Energy Smart Appliances: ESA)の相互運用性に関する欧州大の行動規範を策定

要件検討の参考になるポイント

- DRの活用目的、それに対する機器の対応可能性の大きさを踏まえ対象機器を検討している
- 省エネ基準(機器または建築物)で求めるパターン、標準を作成したうえで義務化を考えるパターン、単独の規則として準拠を求めるパターン、義務化せずに行動規範や標準にとどめるパターンが見られる

諸外国におけるDRの制度の検討状況からの示唆(2/2)

- 各国、通信接続機能、外部制御機能、セキュリティ(別文書で規定する場合もある)の観点で要件を作成している。

		機器に対する要件		
		通信接続機能	外部制御機能	セキュリティ
米国 	ワシントン州 州法	☐ ANSI/CTA-2045※を満たす通信モジュールを具備 ※物理的接続方法、プロトコルのデータフォーマット、制御モード・コマンドを想定		△ データプライバシーのみ規定あり
	オレゴン州 州法			- 規定なし (IoT機器全般の要件として別文書あり)
	カリフォルニア州 州法	☐ ANSI/CTA-2045を満たす通信モジュールを有するか、 OpenADR対応の仮想エンドノードと通信可能		- 規定なし (IoT機器全般の要件として別文書あり)
英国 	EV充電器規則	☐ 通信ネットワークを介し 情報の送受信が可能	☐ DR応答可能	☐ 規定あり
	標準 PAS1878	☐ DRサービスとの間で、 情報の損失や破損を伴わずに変換できる ようにするインターフェースを持つ	☐ DRモードのプロファイルを事前にDR サービスに通知し、DRサービスが 選択・指令する制御が可能	☐ 規定あり
豪州 	標準 AS/NZ4755	☐ DRを実現するための機能を有する 装置「DRED」と、端子台またはRJ45に より物理的に接続	☐ コマごとの制御の方法としてモードを 規定	- 規定なし (IoT機器全般の要件として別文書あり)
欧州 	相互運用性 に関する行動規範	☐ 標準化された公開API/ 公開通信プロトコルに基づく 相互運用性プロファイルを実装	☐ データモデルが指定のユースケース (例:消費電力の制限)を実装	☐ 規定あり

要件検討の参考になるポイント

- いずれのDRready要件でも、何らかの形で通信が可能であること(通信接続機能)を求めている
- いずれのDRready要件でも、制御モードやユースケースを想定し、その制御が可能なこと(外部制御機能)を求めている
- セキュリティについては同じ文書で規定するパターンと別文書で規定するパターンが見られる

VI. 機器のDRreadyの効果

- 家庭用蓄電池のDRに関する費用便益分析
- DRに対するインセンティブの付与事例

ヒアリングを踏まえた費用便益評価の前提条件

- 家庭用蓄電池のDR制御による需要家にとっての費用便益を試算する。
- 機器1台あたり1需要家が獲得できる年間収入を便益とする。
- 東京エリア※1・PV設置済の4人家庭で戸建て住宅に居住している需要家を想定する。
- PV・蓄電池所有でDR無し、PV・蓄電池所有でDRありの2ケースで、費用便益の比較を行う。

項目		値	設定方法
機器諸元	蓄電池容量	10kWh	- 蓄電池の容量・出力及びPV出力は固定して試算を行う。 - 数値はメーカーへのヒアリングより平均的とされる値を抽出。
	PV出力	5kW	
	PCS出力	5kW	2024年度第5回 定置用蓄電システム普及拡大検討会資料3より設定
	充放電効率	90%	
価格諸元	市場価格	2023年における価格実績	需給調整市場、容量市場、卸電力市場いずれも2023年度の値を採用
	電気料金メニュー	27円/kWhで一定	省エネ法の小売事業者表示制度(統一省エネラベル等)で引用する電気料金単価
	FIT売電価格	8.3円/kWh	2026年度のFIT買取価格のうち後半(5-10年目)の買取単価
機器運用パターン	蓄電池(DRなし)	—	PV発電量および家庭の電力需要から作成
	蓄電池(DRあり)	—	- DR前後の費用便益を比較しメリットが出る場合のみ実施(需給調整市場、卸電力市場) - 需給調整市場への応札は1日につき30分×2コマ - 容量市場:年間12回の発動指令に必ず対応
	DR容量※2(α)	—	- 需給調整市場:DRを実施するコマの直前コマにおける需要の過去1週間平均 - 容量市場:17-20時における電力需要の年間平均 - 卸電力市場:DR実施時間帯の電力需要の過去1週間平均
	PV発電量	—	メーカーのデータを集計し、発電量の合計が一般的な値(2.7kWh/kW・日)※4になるよう値を補正(時間帯別の発電量を発電量合計の比で按分)
	家庭の電力需要	—	メーカーのデータを採用し、需要量の合計が一般的な値(470kWh/月)※5になるよう値を補正(時間帯別の需要量を発電量合計の比で按分)
その他	メリットシェア率※3	0.8	2023年度に実施したのヒートポンプ給湯機の分析※6と同様の想定

※1 各市場の約定価格はいずれも東京エリアの2023年度実績を用いて試算した。

※2 DR容量はベースラインからどれだけ需要を下げることを表す

※3 メリットシェア率は、DRによってDRサービスが得られる収益のうち、どの程度が需要家に還元されるかを表している

※4 太陽光発電協会, “よくあるご質問”, 閲覧日: 2025年3月27日, <https://www.jpea.gr.jp/faq/563/>

※5 環境省, “家庭部門のCO₂排出実態統計調査 資料編(確報値)”, 閲覧日: 2025年3月27日, <https://www.env.go.jp/content/000212356.pdf>

※6 経済産業省, “令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(トップランナー制度等の見直しに向けた調査等)報告書”, 閲覧日: 2025年3月17日, https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/2023FY/000411.pdf より

DRのユースケース（需要家にとっての収入源）

- アグリゲータ経由で、需給調整市場・容量市場等の市場向けに価値提供をする、あるいは卸電力市場の値差を利用して、電力小売向けに調達コストの削減を価値として提供をするユースケースが考えられる。
- シンプルな比較を行うため、マルチユースは考えず、それぞれの収入を便益として算出する。
- 価格はいずれの2023年度、東京エリアの価格を使用して計算を行う。

DRのユースケース

ユースケース		定義
市場向け 価値提供※	需給調整市場	・ 需給調整市場において、調整力を取引することで、収益を獲得 ・ ΔkW価値は需給調整市場収入に含め、kWh価値は需要家の電気料金および売電収入の変化分を相殺するとして、収入には含めずに計算を行う
	容量市場	・ 容量市場において、発動指令電源として応札し、供給力を提供することで、収益を獲得 ・ 容量市場においてはkWh価値の精算は行われなため、DRに伴うkWh部分の売買による収益は需要家の電気料金および売電収入の変化の中で計算する
小売向け価値提供	卸電力市場	・ JEPXの卸市場価格が高い時間の需要を卸市場価格の低い時間にシフトすることで、市場調達コストを削減

※ ローカルフレキシビリティ市場は、DRの活用が期待されるが、市場設計中のため、本試算においては評価対象外とする。

評価対象ケースと費用便益評価の費目

- PV・蓄電池所有でDRを行わないケースを基準(ケース1)とし、PV・蓄電池所有でDRありの場合(ケース2)と
のコストおよび収益を比較する。
- また、参考として、蓄電池を所有していない場合(ケース0)との電気料金の比較も行う。

ケース	コスト	収益
(0. PVのみ所有)	—	売電料金※1
1. PV・蓄電池所有(DRなし)(基準)	—	- 売電料金※1 - 電気料金の削減分
 両者のコストおよび 収益の差分を比較 2. PV・蓄電池所有(DRあり)	- HEMSの購入費用 (HEMS経由の場合) - 無線LANアダプタの購入費用(機器メーカーサーバ経由の場合)	- 売電料金※1 - 電気料金の削減分 - 市場収益のメリットシェア

※1 1. 2. を比較する場合、売電している時間帯はSOCが100%のためDRの対象時間とならないので、放電時間のシフトを行っても売電量が減少することはないと考
えられるが、0. を比較対象に含める場合、蓄電池の有無で売電量が変化するため費目として含める必要がある。

※2 試算に用いる需要家の家庭用蓄電池は、当該蓄電池を所有している需要家が契約している電気料金メニューに応じた動きを行っている点に留意が必要。

電気料金メニューの想定

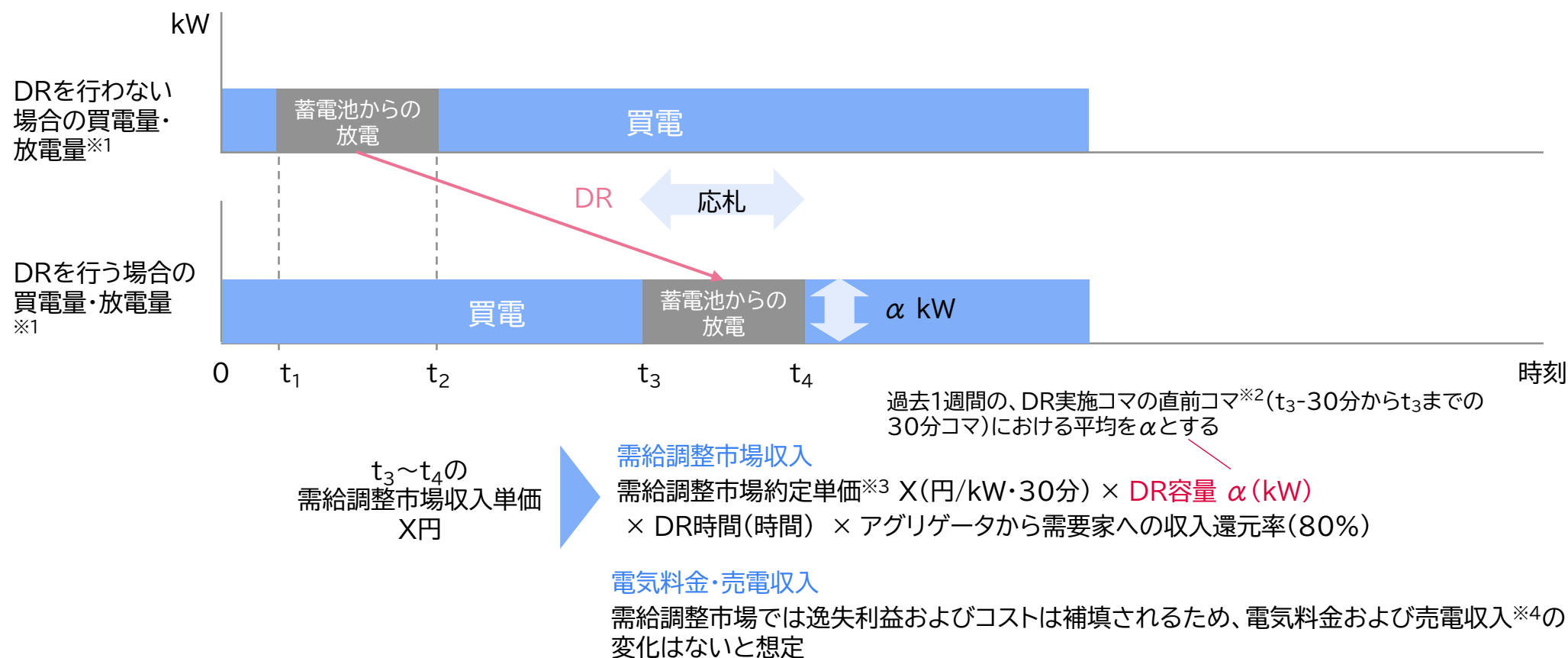
- 家庭用蓄電池は、電気料金メニューに依らず、PVとの連携により自家消費を最大化することでインセンティブを得ていると考えられることから、電気料金メニューは時間帯に依らず電気料金単価が27円/kWh※¹となるメニューを想定した。
- 夜間低価格メニューや昼間低価格メニュー、市場連動型メニュー等も考えられるが、ここでは電気料金メニューの違いによる影響を除いた評価を実施するため、このような想定とした。



※1 省エネ法の小売事業者表示制度(統一省エネラベル等)で引用する電気料金単価であり、電力取引報(電気事業法に基づき電気事業者から収集した情報をまとめたもの)を活用して設定されたもの

試算の考え方(需給調整市場)

- 需給調整市場への応札は1日に最大30分×2コマとし、DRを行う前のプロファイルにおいて、需要量>PV発電量かつ蓄電池が放電を行っていないコマのうち、同日で需要家が見られる報酬が最も高い2コマにDRを実施すると想定した。
 - 需給調整市場へ応札する場合、逸失利益およびコストは補填されるため、DRによる電気料金の増減は発生しない。
 - 上記のようなコマが1日に2～3コマであるため、応札コマ数は2コマとした。



※1: 記載の時刻および買電量・放電量はイメージ

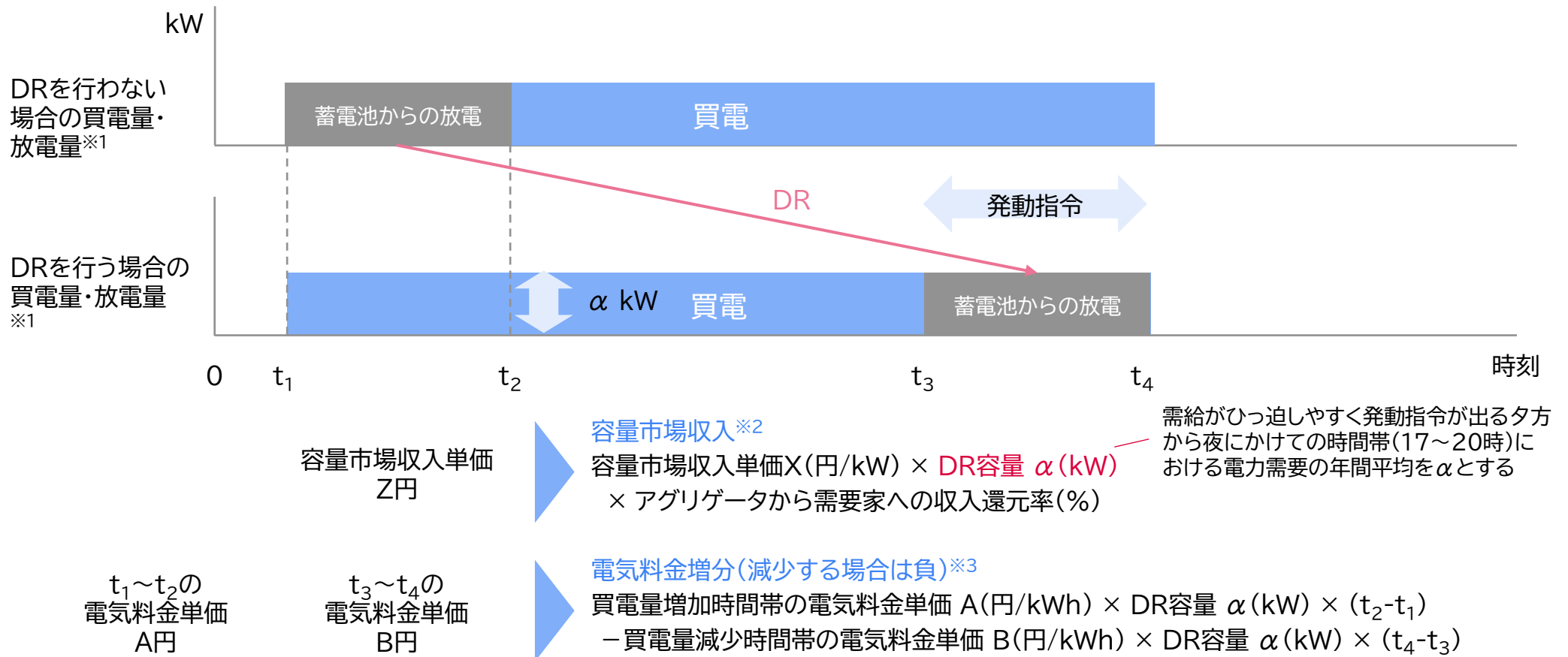
※2: ベースラインの設定方法は直前計測型を採用しているものとし、計算上は応札する直前の30分コマの需要をベースラインとして扱う。

※3: 東京エリアの2023年1月～12月の日・ブロック別の平均約定単価を参照。

※4: 売電している時間帯はSOCが100%のためDRの対象時間とならないので、放電時間のシフトを行っても売電量が減少することはない。

試算の考え方(容量市場)

- 容量市場では、広域予備率の状況等に応じ発動指令が出されるため、年間で広域予備率の小さい12日において、1日の中で広域予備率が最小の時間までの3時間に発動指令が出ると想定する。
- 将来の供給力(kW)を取引する容量市場では発動指令が来たときには原則必ず対応することが前提となるため、DR前に蓄電池が放電しておらず、かつ需要がある場合には必ずDRすると想定する。



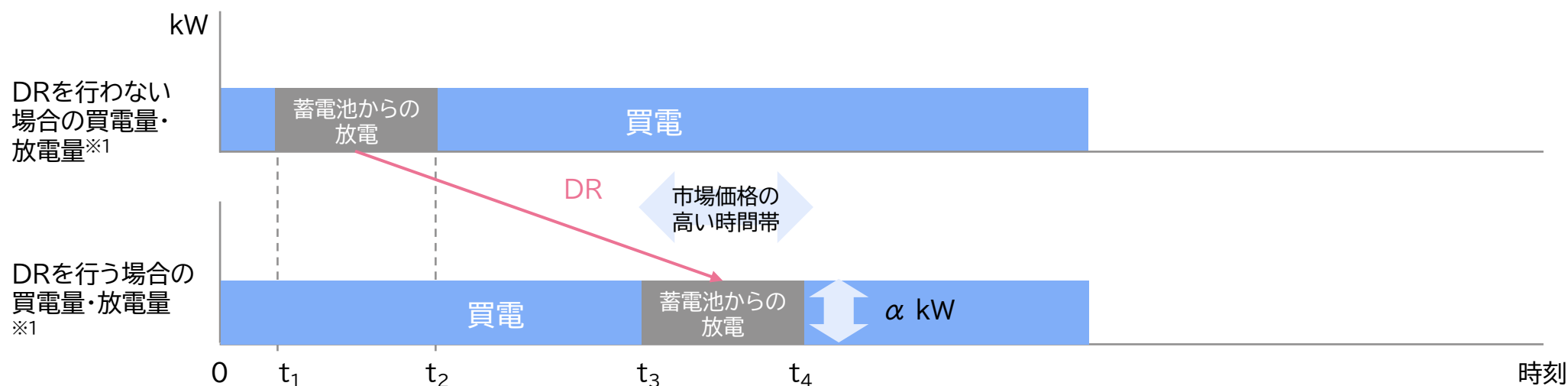
※1 記載の時刻および買電量・放電量はイメージ

※2 容量市場の指令が来る時間帯は基本的に夕方が想定されるが、夕方は通常蓄電池が放電している時間帯であり、指令が来ても対応は難しい。この場合は、DRを実施しなかったものとして扱い、容量市場収入は得られないものとする。

※3 売電している時間帯はSOCが100%のためDRの対象時間とならないので、放電時間のシフトを行っても売電量が減少することはない。このため、売電収入の変化は考慮しない。

試算の考え方(卸電力市場)

- DR前の需要のうち、ある時間へのDRによる「卸電力市場収入－電気料金増分」が正の場合、需要家にとってメリットがあるので、DRを行うと判断する。



$t_1 \sim t_2$ の
卸電力市場収入単価
X円

$t_3 \sim t_4$ の
卸電力市場収入単価
Y円

卸電力市場収入

(DR実施時間の卸電力市場単価※2 Y(円/kW・30分) - 買電量増加時間帯の卸電力市場単価※2 X(円/kWh)) × DR容量 α (kW) × DR時間(時間)
× アグリゲータから需要家への収入還元率(%)

過去1週間の、DR実施コマ(t_3 から t_4 までの30分コマ)における平均をαとする

$t_1 \sim t_2$ の
電気料金単価
A円

$t_3 \sim t_4$ の
電気料金単価
B円

電気料金増分(減少する場合は負)※3

買電量増加時間帯の電気料金単価 A(円/kWh) × DR容量 α (kW) × ($t_2 - t_1$)
－ 買電量減少時間帯の電気料金単価 B(円/kWh) × DR容量 α (kW) × ($t_4 - t_3$)

※1 記載の時刻および買電量・放電量はイメージ

※2 東京エリアの2023年1月～12月の日・コマ別の約定単価を参照。

※3 売電している時間帯はSOCが100%のためDRの対象時間とならないので、放電時間のシフトを行っても売電量が減少することはない

需要家の年間収入・電気料金

- 需給調整市場では電気料金の差分は補填されるため市場収入がそのまま需要家の収入になると想定される。需要家が得られる収入は年間で数百円程度の水準である。
- 容量市場では、指令が来る時間帯(9～20時)は買電していない時間帯が大半であり、逆潮流をしない場合指令への対応は難しい。
- 卸市場では、DR可能な日数は多いものの、需要家が得られるkWh当たりのインセンティブが大きい日は少なく、DRにより得られる収入は年間で数百円程度の水準である。

ユースケース	基準と比較した正味の年間収入 (市場収入－電気料金増分) (円/年)	年間 市場収入 (円/年)	年間 売電収入 (円/年)	年間 電気料金 (円/年)
基準(DRなし)	0	0	22,344	27,708
需給調整市場※1	322	322	基準から変化なし※2	基準から変化なし※3
容量市場※1	—	—	基準から変化なし※2	基準から変化なし※4
卸市場※1	599	599	基準から変化なし※2	基準から変化なし※5
(参考) DRなし蓄電池なし	—	—	41,079	82,561

※1 各市場の約定価格はいずれも東京エリアの2023年度約定価格実績を用いて試算を行っているが、試算に用いる需要家の居住エリアは東京エリアではない可能性に留意が必要

※2 DRとして、充放電出力を変えずに放電時間のシフトのみを実施すると想定したため、基準(DRなし)と比較して太陽光の自家消費量・売電量には変化がなく、売電収入も変化しない。

※3 需給調整市場では逸失利益およびコストは補填されるため、電気料金の変化はない。

※4 容量市場への対応は難しく、DRを実施していないため、電気料金の変化はない。

※5 DRとして、充放電出力を変えずに放電時間のシフトのみを実施すると想定したため合計買電量の変化がないことに加え、試算においてはフラットな電気料金メニューを想定したため、充放電プロファイルの変化による電気料金の変化もない。

家庭用蓄電池のコスト費目

- ヒアリングや文献調査を基に、考慮すべき費目として、HEMS、HEMSアダプタ、無線LANアダプタを特定し、その金額の合計をコストとして計上した。

		制御への要否	
		HEMS経由型の制御	機器メーカーサーバ経由型の制御
機器本体	機器(筐体含む)	—	—
通信関連	HEMS	○ 蓄電池:別売り 86,000円※1	×
	HEMSアダプタ	○ 蓄電池:全機種内蔵(=0円)	×
	リモコン、センサー、ケーブル等	×	×
	無線LANアダプタ	×	△※2 蓄電池:一部機種別売り 2,700円
その他	コンバータ	—	—
	電力切替ユニット	—	—
	PCS	—	—
合計		86,000円	2,700円

※1 経済産業省，“令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(トップランナー制度等の見直しに向けた調査等)報告書”，閲覧日：2025年3月17日，
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2023FY/000411.pdf より

※2 ヒアリングでは費目として挙がらなかったものの、一部メーカーの一部の型番のマニュアルにおいて無線LANアダプタへの接続を必要とする記載があり、本試算においては需要家メ
 リットを過大に見積もらないために保守的に、その費用を計上した。金額は当該無線LANアダプタの実勢価格を基に推計した。

需要家の年間費用便益

- 需給調整市場および卸市場向けのDRでは、小さいものの収入が得られるため、コストの小さい機器メーカーサーバ経由型の制御では、需要家にメリットが出る結果となった。
- 一方HEMS経由型のDRでは、コストの方が大きい結果となった。
- 本試算はフラットな電気料金を用いて試算を行ったが、電気料金メニュー次第ではメリットの向上も見込まれる。
- また、より高度な充放電パターンや逆潮流を活用することで、さらにメリットが向上する可能性もある。

ユース ケース	費用便益(円/年)		収入(円/年)	費用(円/年)	
	機器メーカーサーバ 経由	HEMS経由	年間 正味収入 (基準比)	機器メーカーサーバ 経由	HEMS経由
需給調整市場	142	-5,378	322	180	5,700
容量市場	—	—	—	180	5,700
卸市場	419	-5,101	599	180	5,700

VI. 機器のDRreadyの効果

- 家庭用蓄電池のDRに関する費用便益分析
- DRに対するインセンティブの付与事例

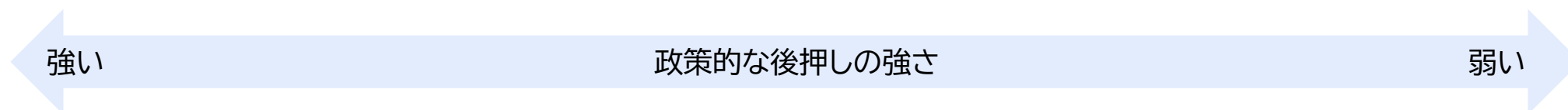
ヒートポンプ給湯機のDRの需要家にとってのインセンティブ

- 機器がDR可能になったうえで、DRを拡大するためには、需要家のインセンティブも重要である。
- 各国のインセンティブは、①ヒートポンプ給湯機導入のインセンティブと、②DRを行うことのインセンティブに分けられる。

分類	インセンティブ	施策	内容
①ヒートポンプ給湯機導入のインセンティブ (DR時に限らない)	ヒートポンプ給湯機の 初期費用低減	ヒートポンプ給湯機本体の税優遇	ヒートポンプ給湯機本体の税優遇により、導入者にとってのヒートポンプ給湯機の初期導入費用を低減
		ヒートポンプ給湯機本体への補助金	ヒートポンプ給湯機本体への補助金により、導入者にとってのヒートポンプ給湯機の初期導入費用を低減
	ヒートポンプ給湯機の 常時の運用費用低減	電気料金の優遇	電気料金がガス料金に対し高い場合に、従来のガス給湯器と比べ運用費が高くなりすぎないようにするため、ヒートポンプ給湯機向けの電気料金を割引
②DRを行うことの インセンティブ	DRに対する経済イン センティブ獲得	時間帯別電気料金	DRしてほしい時間の電気料金を安くすることで、DRを行った場合に需要家が経済メリットを得られるようにする。
		ポイント等の還元	DRしてほしい時間のDRに対し、ポイント等を還元することで、DRを行った場合に需要家が経済メリットを得られるようにする。
	太陽光発電等の 自家消費最大化	- (追加施策は不要)	昼間の太陽光発電の余剰電力を最大限活用するため、余剰電力がある時間に需要をシフトする。

時間帯別電気料金によるDRの促進

- 時間帯別電気料金の導入はDRを促進する手段の一つである。
 - 米国カリフォルニア州、英国、欧州の複数の国(フランス、イタリア等)では時間帯別電気料金メニューの設定を義務化、または政策的に後押ししている。
 - ノルウェーでは、時間帯別電気料金メニューの設定は義務化されていないものの、EVの普及等から市場ニーズが高いために時間帯別電気料金メニューが普及しており、価格シグナルによるDRが可能になっている。



時間帯別電気料金メニューの設定を義務化	時間帯別電気料金メニューの設定を政策的に後押し	時間帯別電気料金メニューの普及を市場ニーズが後押し
例：米国カリフォルニア州 小売事業者に対し、時間帯別電気料金メニューの提供、共通データベースへの情報提供を義務付けている	例：英国 小売事業者に対し、時間帯別電気料金表のデータを共通フォーマットで公開し、インターネットでアクセスできることを義務付ける政策の提案がなされている	例：ノルウェー 政策による義務化等はないものの、EVおよびヒートポンプの普及率が高く、需要家の90%以上が前日に決まる時間帯別電気料金に契約している

時間帯別電気料金に対する取り組み(米国カリフォルニア州)



- カリフォルニア州エネルギー委員会(CEC)※は、Load Management Standardsにおいて、時間帯別電気料金、電気料金データベースの整備等を大手小売事業者に対し義務付けている。

1時間毎の変動型小売電気料金の提供	卸価格の限界コストを反映するため、少なくとも1時間毎に変動する地域別電気料金を設定し、需要家に提供すること
データベースへの 変動型小売電気料金の提供・更新	CECが構築したMarket Informed Demand Automation Server(MIDAS)データベースに、1時間単位で変動する小売電気料金を提供し、更新すること
サードパーティが小売電気料金に アクセスするための標準ツールの開発	第三者サービスが、自身の顧客の料金情報にアクセスすることをサポートする標準ツールを開発すること
需要家への情報提供の推進	変動型電気料金および自動化技術に関する情報を、既存の顧客教育およびアウトリーチプログラムに統合すること

※カリフォルニア州の主要なエネルギー政策および計画を策定する機関

出所)CEC, “Load Management Standards”, 閲覧日:2024年4月2日, <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/topics/load-flexibility/load-management-standards> より三菱総研作成

時間帯別電気料金に対する取り組み(英国)



- 英国政府は、DRに関する規制の政策決定に向けたコンサルテーションにおいて、時間帯別電気料金表データの共通フォーマットでの公開を義務付けることを提案している。

機器に対するDRready要件	ヒートポンプ、蓄熱式ヒーター、熱電池など、最も柔軟性が期待できる電気暖房機器に「スマート」機能を持たせること。ヒートポンプやその他の電気暖房機器の急速な普及が予想される中、消費者にとって最も費用対効果が高く有益な方法で、エネルギーシステムに効果的に統合することができる。これにより、すべての消費者が、スマートな料金体系やサービスを利用することを選択した場合、デバイスをより簡単に利用できるようになる。
サイバーセキュリティの規定遵守	大規模な需要(300MW以上)を管理するすべての組織に対し、ネットワークおよび情報システム規制の規定を遵守し、サイバーアセスメントフレームワークによって保証されることを義務付ける。
サイバーセキュリティと系統安定性要件の遵守	スマート機器に対し、EV充電ポイントですでに実施されているような、最低限のサイバーセキュリティと系統安定性要件を満たすことを義務付ける。さらに、国家サイバーセキュリティセンターと協力し、スマート機器の配備拡大がもたらすサイバーセキュリティ・リスクを管理するために、どのようなさらなる介入が必要かを検討する。
相互運用可能性の担保	自家用EV充電ポイント、バッテリー、ヒートポンプ、蓄熱暖房機、熱電池を含む、より大規模な家庭用スマート機器が、DRサービスプロバイダーと相互運用できるようにする。
時間帯別料金表のデータの共通フォーマットでの公開	小売事業者に対し、使用時間帯別料金表のデータを共通のフォーマットで公開し、インターネットでアクセスできるようにすることを義務付ける。これにより、スマート機器が異なる料金体系に対応することが容易になり、よりスマートでダイナミックな時間制料金の普及が進む。
政府、規制当局、産業界の間での包括的なガバナンス体制確立	スマート機器のDRを支援するため、政府、規制当局、産業界の間で包括的なガバナンス体制を確立する。本提案を実現するために必要な技術を開発するためにも、また、より長期的な提案を実現するためのメカニズムを導入するためにも重要である。
DR提供事業者のライセンス化	DRを提供する組織に対して、比例的かつ柔軟な認可の枠組みを確立すること。これにより、エネルギー・スマート機器を運用する組織が、責任を持って、市場の成長を可能にする方法で、消費者の信頼を守りつつ行うことが保証される。

出所) BEIS, “Delivering a smart and secure electricity system Consultation on interoperability and cyber security of energy smart appliances and remote load control”, 閲覧日: 2024年4月2日,
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1088796/smart-secure-energy-system-consultation.pdf より三菱総研作成

時間帯別電気料金に対する取り組み(欧州)



- 欧州では少なくとも17か国が、小売事業者に対し変動型の時間帯別電気料金メニューの提供を義務付けている。

欧州各国における変動型時間帯別電気料金に関する規制状況(2022年時点)

規制内容	国																					
	BE	CY	CZ	DE	EE	ES	FI	FR	GR	HR	HU	IT	LT	LU	LV	MT	NL	NO	PL	PT	RO	SE
一定規模以上の小売事業者は、変動型の時間帯別電気料金メニューを提供																						
需要家は電力価格契約の機会、コスト、リスクについて十分な情報を得られる																						
規制当局は変動型の電力価格契約の市場動向、リスク、濫用行為を監視																						
小売事業者は、電気料金契約の切替前に、顧客の同意を得なければならない																						

■ 国の規制に含まれている

□ 規制に含まれていない

出所)ACER, “Demand response and other distributed energy resources: what barriers are holding them back?”, 閲覧日:2024年6月25日,
https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/ACER_MMR_2023_Barriers_to_demand_response.pdf より三菱総
 研作成

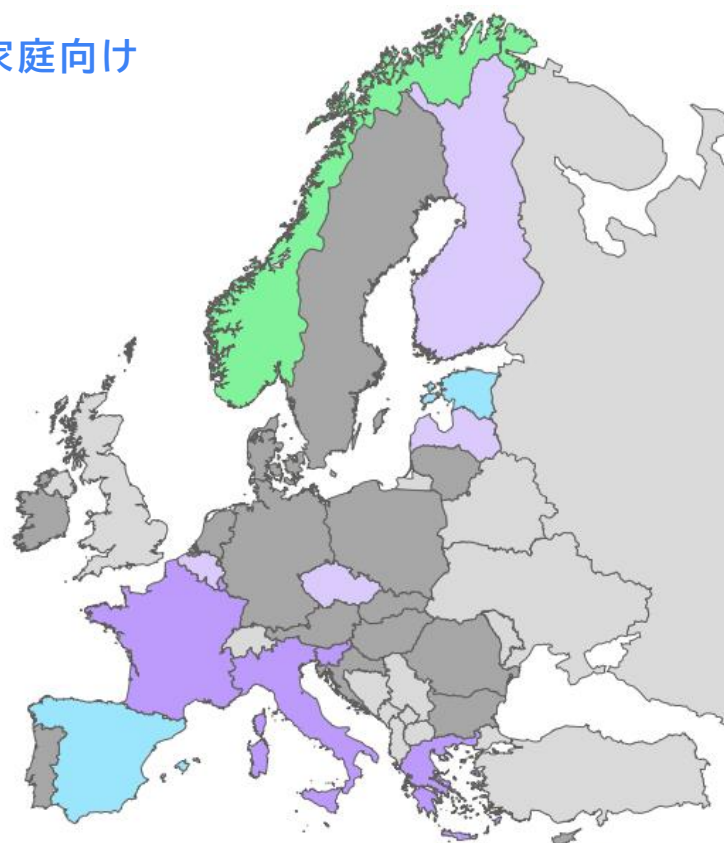
時間帯別電気料金に対する取り組み(欧州)



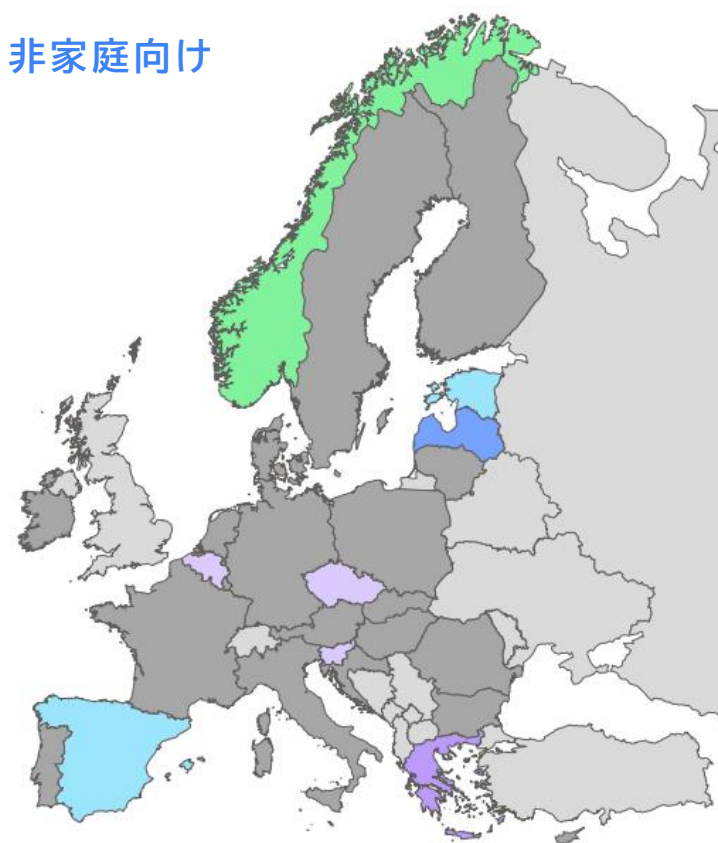
- ノルウェーでは、変動型の時間帯別電気料金メニュー提供義務はないものの、EVおよびヒートポンプの普及率が高いことから市場ニーズが高く、90%以上の需要家が変動型時間帯別電気料金を契約している。

欧州各国における変動型時間帯別電気料金の推計普及率(2022年時点)

家庭向け



非家庭向け



0% 20% - 40% 60% - 80% N/A
 0% - 20% 40% - 60% 80% - 100%

出所)ACER, “Demand response and other distributed energy resources: what barriers are holding them back?”, 閲覧日:2024年6月25日,
https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/ACER_MMR_2023_Barriers_to_demand_response.pdf
 より三菱総研作成

VII. DRready勉強会の開催

DRready勉強会の開催概要

- DRready勉強会として、全5回開催し議論を行った。
- 議論に向け、資料を作成・提供した。

	主な議題	三菱総研 提供資料
第1回 (2024/6/4)	● DRready 勉強会の運営について ● 機器の DRready 要件に係る方向性について	資料5: 諸外国におけるヒートポンプ給湯機のディマンド・リスパンスに関する規制状況
第2回 (2024/7/23)	● ヒートポンプ給湯機の DRready 要件(案)について	資料5: 諸外国におけるヒートポンプ給湯機のディマンド・リスパンスに関する規制状況 (欧州の事例追加・各国規制の体系整理)
第3回 (2024/9/19)	● ヒートポンプ給湯機の DRready 要件(案)について	資料5: DRready 要件検討の関連情報(マシンリーダブル、ヒートポンプ給湯機の外部制御対応状況)
第4回 (2025/1/28)	● ヒートポンプ給湯機の DRready 要件(案)について ● 家庭用蓄電池の DRready 要件検討の方向性について	資料6: 国内の家庭用蓄電池のDRの現状及び諸外国における家庭用蓄電池のDRに関する制度の検討状況
第5回 (2025/3/21)	● 家庭用蓄電池のDRready について	-

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業
(ダイヤモンドリスボンスの普及拡大に資する機器に関する調査事業) 報告書

委託事業名 令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業
(ダイヤモンドリスボンスの普及拡大に資する機器に関する調査事業)

受注事業者名 株式会社三菱総合研究所

頁	図表番号	タイトル
p. 11		ハイブリッド給湯機の機器構成
p. 12		ハイブリッド給湯機の運転モード
p. 13		ハイブリッド給湯機の1日の運用パターン
p. 14		インターネット接続時のシステム構成イメージ
p. 21		家庭用蓄電池の運転モード
p. 37		ANSI/CTA-2045の対象
p. 37		機器および通信モジュールのイメージ
p. 70		適合証書のテンプレート
p. 70		技術ファイルのテンプレート
p. 75		CEMのユーザーインターフェースのイメージ
p. 97		定義されているオントロジーのイメージ図
p. 101		oneM2MベースのオントロジーからSAREFオントロジーへのマッピングのイメージ
p. 122		マシンリーダブルでないデータの例 (バイナリで表現される形式)
p. 161		欧州各国における変動型時間帯別電気料金の推計普及率 (2022年時点)