

DRready 勉強会（第2回）資料

一般社団法人日本冷凍空調工業会
家庭用ヒートポンプ給湯機企画専門委員会
家庭用ヒートポンプ給湯機技術専門委員会

2024年7月23日

アジェンダ

◆前回勉強会の意見

◆エコキュートのポテンシャル

- ・現状のメーカークラウド接続台数と課題

◆ヒートポンプ給湯機(エコキュート)ができること

- ・機器の沸き上げ計画立案・計画送信について
- ・エネルギーシフト制御・動作
- ・DR対応制御案
- ・DR時の消費電力量の精度について

◆上げDR実現に向けての検討と課題・評価制度

- ・個別制御 技術課題
- ・外部指令応答型DRの仕組み
- ・沸き上げ計画立案・計画送信のフロー
- ・機器を束ねる役割は誰か
- ・DRの仕組みを持続可能にするために
- ・評価制度について

◆まとめ

前回勉強会の意見

○エコキュート外部制御への期待について

- ・今の安い夜間電力は今後続かない。給湯器の上げDRは非常に有効。
- ・これまで、アグリゲーターで機器端末を用意していたが、アグリゲーター側に負担が大きく、普及していなかった。
- ・市場の一部のエコキュートには、**WiFi通信とアプリによるメーカークラウド・サービスが搭載**されており、それを**活用したDR実現に期待**がある。
- ・エコキュートのシフト量がどの程度であり、全体のなかでどれくらいのポテンシャルを有しているか確認したい。

○需要家への対応について

- ・需要家の規模は様々。大口需要家と違い、**家庭需要家の規模は小さく規模に合わせた対応**が必要。
- ・ユーザーから見て、**湯切れしないこと**が関心事。その為、メリットが無ければDRに参加しない。
それを監視、評価する制度が無い。消費者、メーカーに対し、インセンティブが出ないと参加が増えない。

○通信仕様について

- ・データ形式の統一性について、現在は**エコネットライト規格への準拠が多いが、それ以外＝メーカークラウド経由の操作**も増えている。DRの基本的な操作は電力需要のシフトであり、そのシフト量は機器によって違いがあるが、**データ形式は統一**されることが望ましい。
- ・グローバルにおいて、ネット接続のサイバーセキュリティ対策は必須。プライバシーの流出防止は重要な案件になる。

○インセンティブについて

- ・電気料金型か、インセンティブ型のどちらが適しているのか、今後議論する。

○次回勉強会にて

- ・メーカー側で**標準で出来ること、競争領域について、具体的に説明**を求められている。

エコキュートのポテンシャル

- ・ヒートポンプ給湯機(以降通称エコキュート)の1日あたりの消費電力量は約4kWh。基本は夜沸き上げだが、**沸き上げ運転の一部を昼間にシフト（上げDR）することでエネルギーシフト(消費電力量をシフト)が可能。**
- ・エコキュートの市場ストック機全てが上げDRに参加し、沸き上げの50%を昼間にシフトすると仮定した場合、**2050年には年間約253億kWhの消費電力供出**のポテンシャルを持つ可能性。

<家庭用エコキュート市場ストック台数>

項目	単位	2022年度 推計	2050年度 見通し
家庭用エコキュート市場ストック台数 ※電気事業連合会の公表数値	万台	747.2	3,651.1
ストック台数全てが50%昼間シフトした場合の 上げDRポテンシャル(試算)	億kWh/年	52	253

<計算根拠>

- 製品：ヒートポンプ給湯機（エコキュート）
- タンク容量：370L
- APF：3.5
- 市場ストック台数：電気事業連合会、24年7月19日発表の「電化推進のためのヒートポンプ等普及拡大に向けた提言」より引用
- 年間給湯負荷：JIS C 9220より 17504MJ/年
- 年間消費電力量：1389kWh/年
- 1日消費電力量：3.8kWh/日
- DRによる年間昼間シフト量：年間消費電力量×0.5
- DRポテンシャル：DRによる昼間シフト量×市場ストック台数

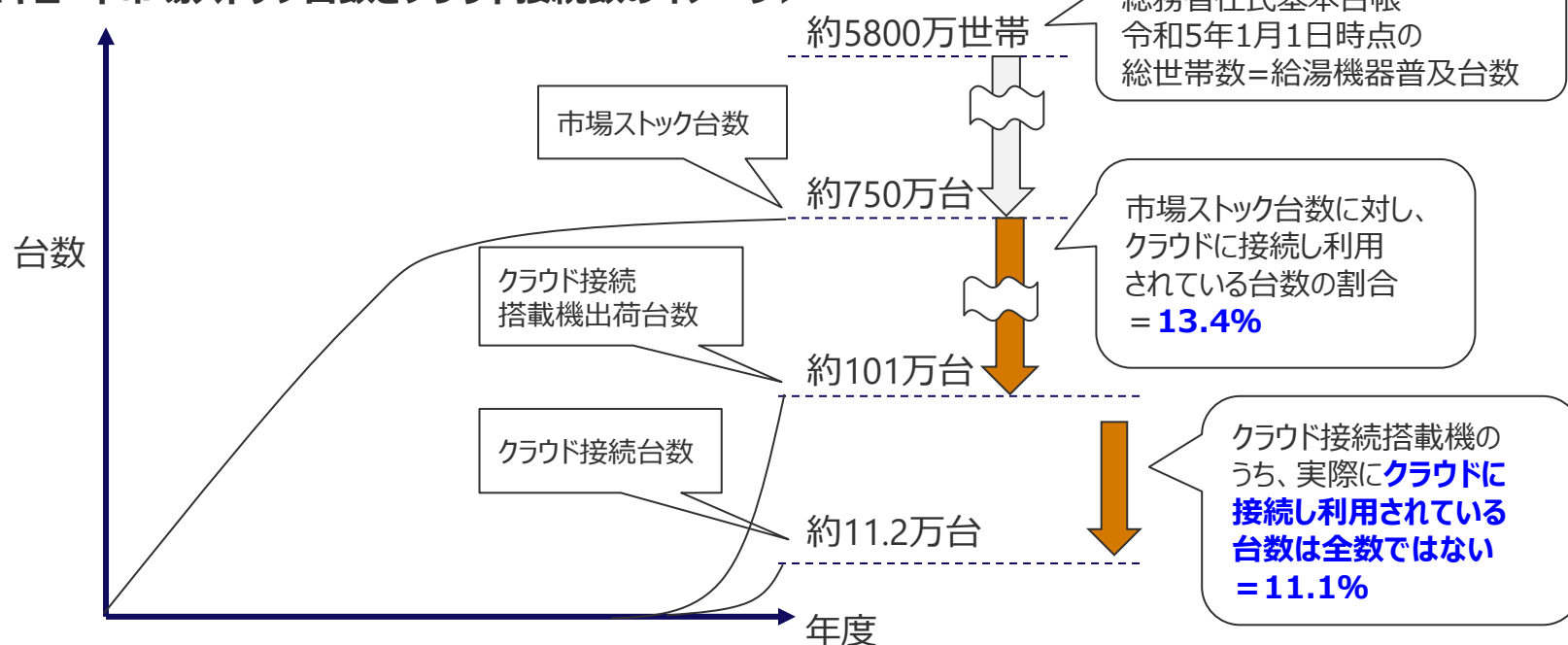
参考情報)

太陽光発電設置の住宅向けに、**主に昼間沸き上げ型ヒートポンプ給湯機としておひさまエコキュートを2022年に発売済み**。自家消費を促進することで光熱費の削減、太陽光発電の電力の有効活用が可能。

現状のメーカークラウド接続台数と課題

- ・クラウド接続に対応しているエコキュートの市場ストック台数は約101万台で、全ストック台数に対し13.4%
- ・実際に接続されている台数は約11万2千台であり、**クラウド接続機能は普及し始めたばかり**のところ。
(2024年3月末時点の台数)
- ・現状の機器－クラウド間通信データは、「ふろ湯はり」「沸き増し」といった**リモコンから操作できる機能の一部をメーカーアプリから操作**することを想定。
通信頻度 : **1日に1～2回程度の操作**による通信頻度を想定
接続率 : 「宅内にインターネット回線が必要」、「携帯端末へのアプリインストール」、「ユーザー登録」が必要となることから、**接続数は限定的**な状況に留まっている。

＜エコキュート市場ストック台数とクラウド接続数のイメージ＞



機器の沸き上げ計画立案・計画送信について

(1) 基本的な考え方

- ・**枠組みを統一し、変数部分のみ自由に変化させられる、プラットフォーム的な運用**により低コストとフレキシビリティを両立させたい。
- ・**湯切れ・湯余りをさせない**ため、DR対応での沸き上げ(するしない、沸き上げ時間)は、**機器側で制御できる**ようにする。

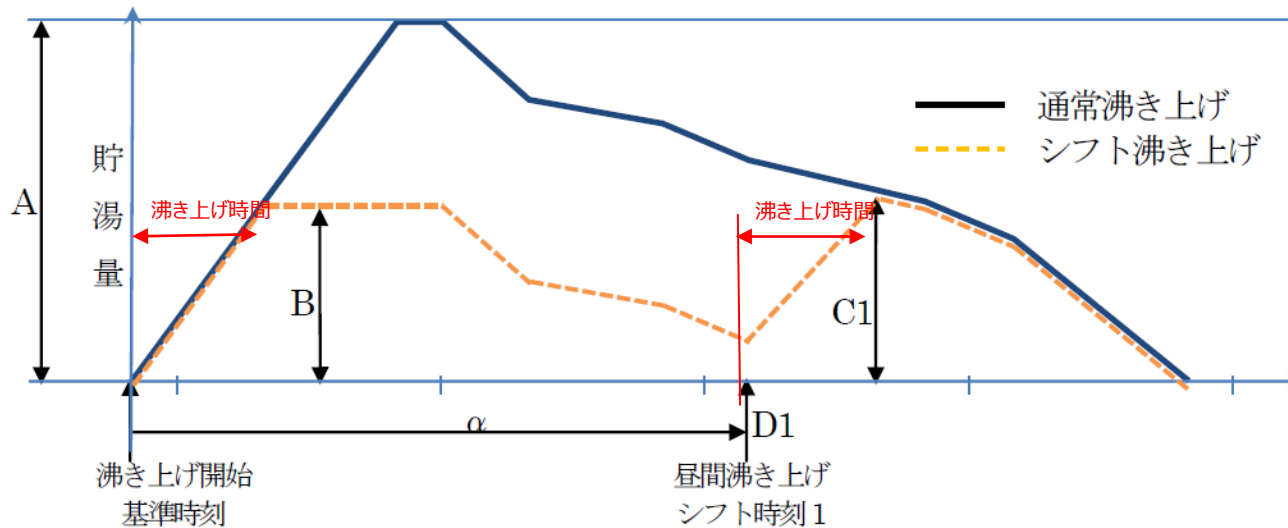
(2) 検討進め方案

- ・エコネットライト規格の給湯機プロパティの一つとして、既に規格化されている「エネルギーシフト」コマンドであれば、現在の機器仕様でコマンド授受が可能。
まずは現行のエコネットライト規格・機器仕様でDRの仕組みを検討した。
(次ページ以降で、上記「エネルギーシフト」コマンドをご説明)
- ・この**コマンドの変更や追加であってもDRの仕組みを構築**するためには、エコネットライト規格の改定、及び、コマンド授受できるようにするための機器開発が必要となる。

エネルギーシフト制御

■エネルギーシフト制御（エコネットライト搭載）

夜間蓄熱機器をベースに夜間の必要な沸き上げ湯量の一部を昼間に沸き上げシフトする



A : 沸き上げ開始基準時刻に予測する翌日の全使用湯量

B : シフトする α 時間に使用する湯量

C1 : α 時間シフト後に沸き上げを開始し、沸き上がった時点から沸き上げ開始基準時刻までに必要な湯量

D1 : 昼間沸き上げ実行する時刻 1（昼間沸き上げシフト時刻）

α : 沸き上げをシフトする時間

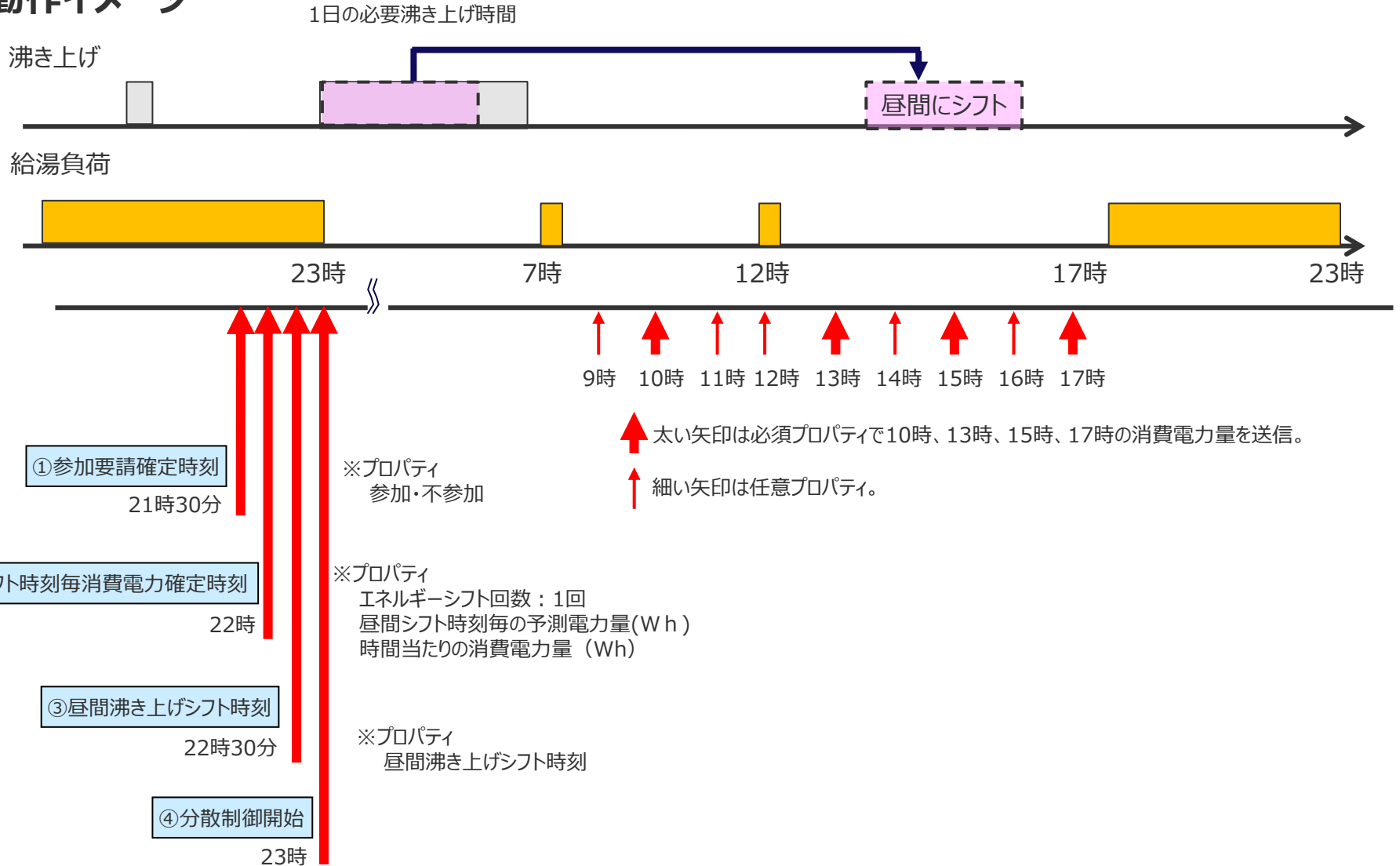
湯量 (C1) を沸き上げるエネルギー = シフトできる電力量

湯量 (A) = 湯量 (B) + 湯量 (C1)

（出典：HP 給湯機・HEMS コントローラ間 アプリケーション通信インタフェース仕様書）

エネルギーシフト動作イメージ

■ 動作イメージ



DR対応制御案

■ 前提

- ・機器側での群制御は実施しない。
- ・昼間シフトの上げDRのみを実施し、**共通領域はシフト制御、競争領域は昼間シフト量**とする。
- ・**湯切れ・湯余りを考慮した沸き上げ時刻と昼間沸き上げ消費電力量**を機器側からアグリゲータ側へ提供し、アグリゲータ側から機器側へ沸き上げ計画を提供する。

■ 制御仕様案

エコネットライトのエネルギーシフト制御をDR対応制御に活用する（制御フロー①～⑤）

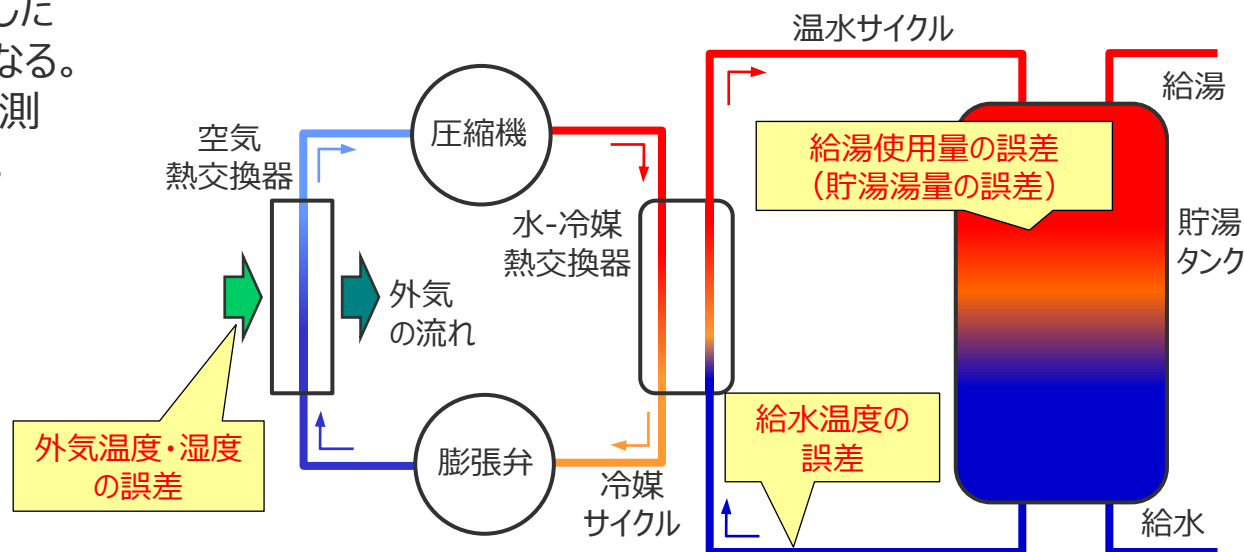
制御フロー	エコネットライト エネルギーシフト制御	DR対応制御案
①夜間開始基準 時刻90分前まで	前日に昼間シフトの参加/不参加指示をアグリゲータ側から機器側へ送信	前日に昼間シフトの参加/不参加指示をアグリゲータ側から機器側へ送信
②夜間開始基準 時刻60分前まで	機器側で下記内容を取得可能状態にする ・時間当たり消費電力量(Wh) ・昼間シフト時刻毎の予測電力量(Wh) ・エネルギーシフト回数（1回/日）	機器側で下記内容を取得可能状態にする ・時間当たり消費電力量(Wh) ・昼間シフト時刻毎の予測電力量(Wh) ※ 1日の必要沸き上げ時間の50%を基本とし算出し、それ以上は競争領域。 ・エネルギーシフト回数（1回/日）
③夜間開始基準 時刻30分前まで	アグリゲーター側が機器側から上記情報を取得する	アグリゲーター側が機器側から上記情報を取得する
④夜間開始基準 時刻まで	アグリゲーター側が機器側へ昼間沸き上げシフト時刻を送信	アグリゲーター側が機器側へ昼間沸き上げシフト時刻を送信
⑤夜間開始基準 時刻以降	夜間沸き上げと昼間沸き上げとの分散制御を実施	夜間沸き上げと昼間沸き上げとの分散制御を実施

DR時の消費電力量の精度について

(1) 昼間シフト時刻毎の予測電力量の精度 (DR計画時の予測精度)

- ・エコキュートは空気熱交換器で集めた外気の熱を利用してお湯を作り、貯湯タンクに蓄えたお湯を給湯に使用している。このため貯湯タンクの沸き上げ運転時の消費電力量は、外気の温度・湿度や給水温度、ユーザーの給湯使用量などの影響を受ける。
- ・翌日のDRを計画するとき、機器で制御できない下記の因子により、予測した消費電力量は誤差が大きい値となる。
- ・このためDR計画時に送信する予測消費電力量は、参考値としたい。

＜エコキュートの貯湯運転サイクルと誤差要因＞



■ 誤差因子

- 外気の温度・湿度
- 給水温度
- 給湯使用量

(2) DR実施時の消費電力量実測値の精度

- ・エコキュートには全体の消費電力を直接計測するCTセンサーなどの機能は搭載していない。
- ・このため沸き上げ運転時の消費電力実測値は、機器の運転状態からの推定値となり、誤差を含む値となるため、参考値としたい。

個別制御 技術課題

■ 今、技術的に可能だが、今後構築の対応が必要

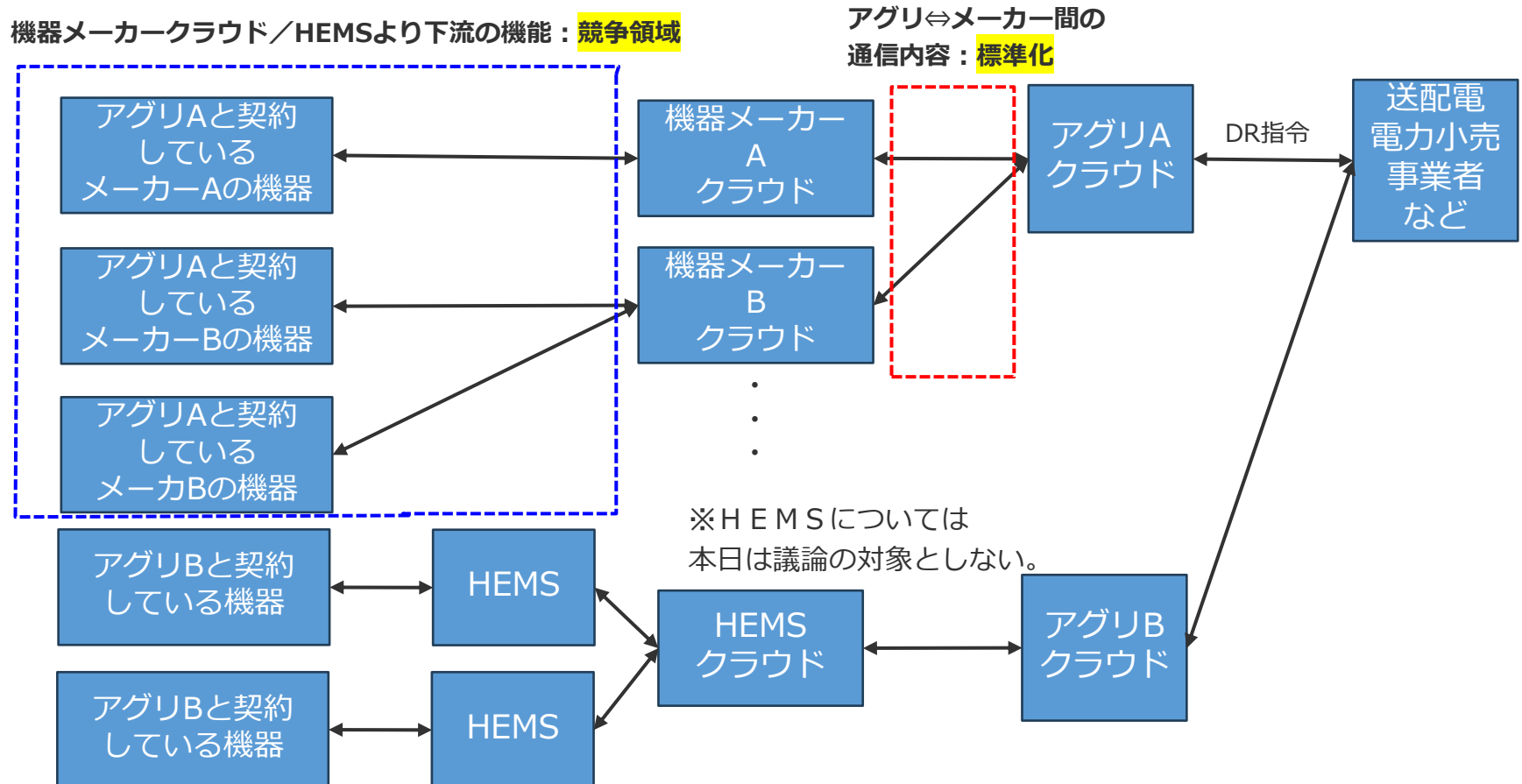
現行エネルギーシフト制御にて**シフト制御を共通領域**、シフト制御内の**昼間シフト量を競争領域**とすることで昼間シフトの上げDR運転の構築は可能。ただし、実運用に向けては追加の開発投資が必要。

■ 課題

- ①競争領域確保に向け、DR運転時の昼間シフトの時刻選択、電力量などの選択肢が増え、精度やシフトの粒度(時間帯別、シフト時間量などのきめ細かい選択)が増える。
アグリ側の自由度は増えるが、**昼間シフト量の考え方の整理**が必要。(検討：日冷工)
- ②共通領域構築に向け、日冷工より提案した通信ルールに対し**不足がないか等アグリも含めた整理**が必要。
(検討：日冷工、アグリ)
- ③DR運転時の予測電力量精度、DR実施電力量の精度は悪い。**精度を求めない運用方法**の検討が必要。
(検討：日冷工、アグリ)
- ④サーバー間の**通信コスト、通信遅延リスク**の確認が必要。(検討：日冷工、アグリ、エネ庁)
- ⑤主な沸き上げ時間帯が昼間機種の場合での夜間シフト仕様の検討ができていない。
主な沸き上げ時間帯が夜間機種/昼間機種で各々のDR仕様を構築すると**運用面の使い勝手が悪くなる**。
(検討：日冷工、アグリ)
※DR運転時は主な沸き上げ時間帯が夜間/昼間関係なく、主な沸き上げ時間帯を“夜間時間帯”としても、昼間と夜間の消費電力量分散は現状でも対応可能。

外部指令応答型DRの仕組み

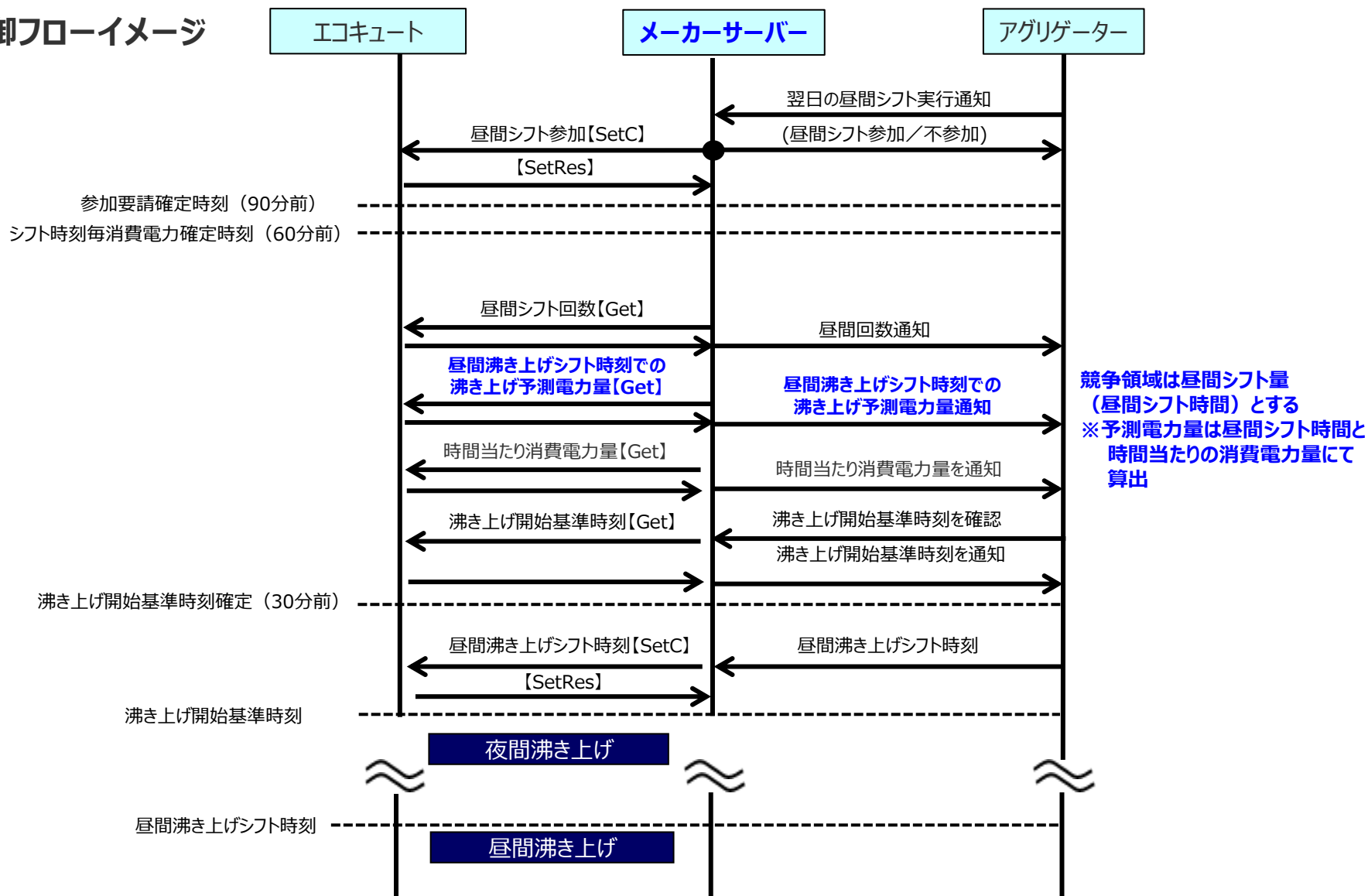
- 電力事業者、アグリゲーター、メーカークラウド or HEMS、機器の4つで構成される。
- アグリゲーターとメーカーでやり取りされる情報を標準化することで普及拡大に繋げる。
- 一方で、クラウド／機器の機能は競争領域としたい。



※ユーザーは事前にアグリ（電力）と契約していることを前提とする。

沸き上げ計画立案・計画送信のフロー

■ 制御フローイメージ



機器を束ねる役割は誰か

- ・1台あたりの規模が小さい家庭用リソースを活用するには、アグリゲーターもしくはメーカーに“機器を束ねる”役割が求められる。メーカーの場合、特定卸事業者まででは対応しないが、機器制御の知見を活用することで電力供出精度の向上や通信頻度の低減等のメリットの創出が可能。
- ・一方、**メーカーの既存IoT機能は機器個々への遠隔制御が大半である上に、束ねる役割の実装にはアグリゲーター、メーカー共に課題が多い**ため、対応は競争領域とする。

<機器を束ねる時の課題>

アグリゲーターが束ねた時の課題

- ・アグリ～メーカーの通信頻度が多い可能性。

メーカーが束ねた時の課題

- ・上げDRのトリガーや上げDR量の情報取得方法
- ・サーバー開発工数、費用のある一定の負担が必要。

共通の課題

- ・「束ねる」の定義の標準化が必要（電力会社／エリア／配電所 どの範囲で群とするか）
- ・機器情報とユーザー情報（契約電力会社、住所、配電所エリア）の紐づけ方法の標準化が必要
- ・個人情報の管理方法の標準化、管理責任区分の明確化が必要
- ・機器から取得できる情報（残湯量、消費電力量）の精度が低い
- ・翌日の必要沸き上げ量予測が困難（ユーザーの使用状況の影響が大きい）

<束ねる制御のメリット>

アグリゲーターが束ねる場合

- ・電力状況（JEPX、出力抑制指令）に合わせた柔軟な計画立案が可能。

メーカーが束ねる場合

- ・電力供出精度の向上や通信頻度の低減等が可能。

DRの仕組みを持続可能にするために

- 各ステークホルダーの**DR参加意欲を高め、DR対応機が普及し、持続可能な仕組み**とすることが重要。
- そのためには、「**社会的価値を上げる**」「**参加ハードルを下げる**」「**継続的に便益が発生する**」ことが効果的ではないか。

■ DR社会実装時の課題

課題①：参加意欲、継続可能の観点(⇒参加率が下がる)

消費者はDR機器を導入してもDRに参加する意欲がでなければ参加しない。各ステークホルダー(電力会社・アグリゲーター・機器販売事業者・ハウスメーカー・工務店)もDRに参加する便益がなければ、最も簡単な選択(DR非対応機器の採用・DRに参加しない)をする。今の電力メニューで**DRに参加すれば電気料金が大幅に上昇**する。(夜が安い)

課題②：**需要家(消費者)の負担増の観点**(⇒普及が遅れる)

宅内のインターネット接続環境の構築など、消費者の負担が増えることでの普及が遅れる。(非DR対応機の導入)

■ ご提案

電力会社・リソースアグリゲーターに対して

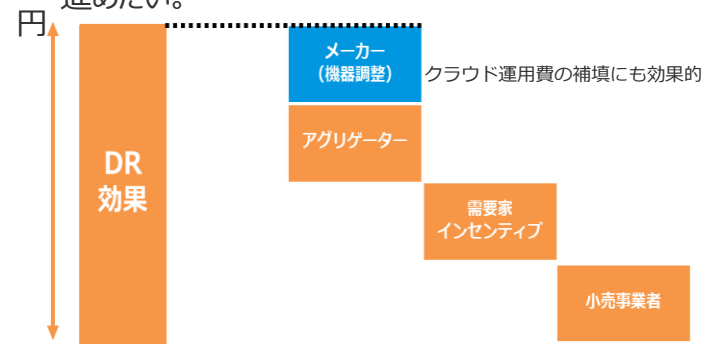
- ユーザーに参加意欲を持たせるための**魅力的な電力メニューの構築が必要**。(DR対応が各電力会社メニューで最安となることが理想)
- DRにより再エネ事業者や電力小売事業者等に発生する**金銭的效果を、各ステークホルダーで分配することで参加意欲を高める**。

行政に対して

- 制度・規制などでDR非対応機の販売を制限。**
- 認知向上等の過渡期に対しては補助金でDR対応機の購入ハードルを下げる必要がある。**

<DR効果による分配イメージ>

金額の規模感や分配の方法(電気料金型、インセンティブ型等)は電力事業者との検討を進めたい。



評価制度について

- ・DRready対応機において、DR対応しているか否かを評価する制度が必要になることが想定され、今後の検討課題として詰めていく必要がある。

(1) **エコキュート機器単体**の評価について (検討：エネ庁・日冷工)

- ・DRを行う際、前日に機器が実施するシフト量の予測計算は重要な機能となるため、この機能进行评估する制度が必要になることが想定される。
- ・一方、機器では制御できない誤差因子(外気の温度・湿度、給水温度、給湯使用量)が多く、これらの誤差因子を取り除いた評価手法とする必要がある。

(2) **通信制御**の評価について (検討：エネ庁・アグリゲーター・日冷工)

- ・エコキュートとアグリゲーター間でDR対応の要求に対して、送受信ができることが必要になり、これを評価する制度が必要になることが想定される。
- ・例えば、公開されているプロトコルを使用するなど、その通信制御が明確になっていることが必要になると考えられる。

まとめ

● 上げデマンドレスポンス（DR）対応のためのエコキュートのポテンシャルをまとめた

- ・1台日毎の**消費電力量は約4kWh**。D R 対応することでエネルギーシフト(50年253億kWh年試算)ができると試算した。
- ・各社メーカークラウドを使い、**自社アプリの遠隔操作で機器の運転制御は実装済**。接続率(11%)が低く、普及に課題が残る。

● 上げDRを実施するために必要なことを確認

- ・**共通領域(アグリ～メーカー間の通信コマンド)と競争領域(メーカークラウド～機器間の通信)を確認**。
- ・エコネットライト エネルギーシフト制御のコマンドは実装。**コマンドが足りているかは確認**が必要。
- ・上記制御はHEMSを使っの制御が前提となり、**クラウドを使うためにはメーカークラウド内にシステム構築**が必要。
- ・エコキュート単体では**昼間シフト時刻毎の予測電力量および、消費電力量の計測については誤差**が大きくなる。

● DRの制度を**持続的な運営が可能にするための課題**を確認

- ・エコキュートを束ねる定義。個人情報の特典、共有、群制御など、個人、機器、住所をつなぐ必要がある。
- ・従来の開発コストに加えて、**DRを実装するため運営費用などの負担増の可能性**がある。コストの詳細は今後の検討が必要
- ・需要家(消費者)、サブユーザー(ハウスメーカー、工務店等)が導入するメリットを享受できる仕組み。
 - ◆**消費者**はDRに参加する**インセンティブ(電力メニュー)**、および**DR機器を導入するメリット(補助金)**が必要。
 - ◆**サブユーザー**はDR機器を採用するメリット(**DR機器優遇の制度や規制、補助金**)が必要。
 - ◆**メーカー**はサーバー運営費の回収など、**継続的なインセンティブの制度**が必要。
- ・エコキュートがDRに参加した**エネルギーシフト量の結果や通信プロトコルを決める評価制度**の立案。

● DRを実現するために必要な関係者

- ・需要家(消費者)の参加を促すために**小売電力会社からの魅力的な電力メニュー**のリリースが必要。
- ・DR対応可能なエコキュートの開発を行うために、**エネ庁、リソースアグリゲーター(アグリ)、日冷工の3者間での継続的な検討**が必要と考える。