

TSC21 オープンセミナー2019
 スマートグリッド時代を見据えたBEMS・建築設備の未来
 ~DR(ダイヤモンドリスポンス)設備における可能性~

ダイヤモンドリスポンスによる BEMSの需給調整サービス

2019年7月2日(火)
 豊田 武二
 豊田SI技術士事務所

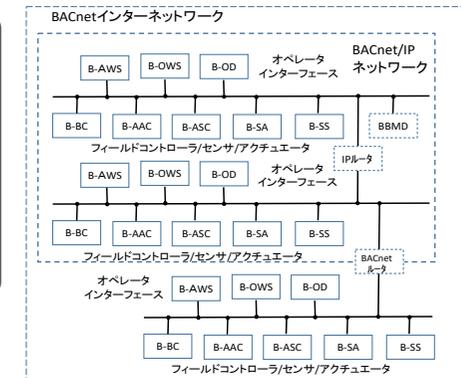
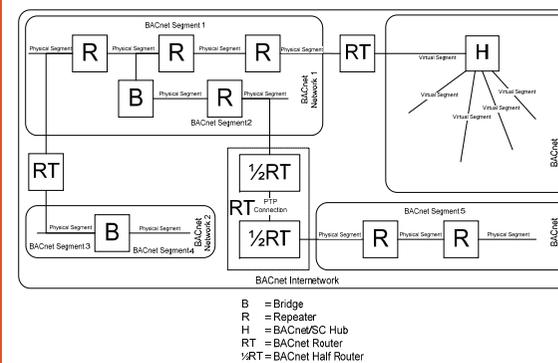
目 次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイモンドリスポンス(DR)の
イニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

目 次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイモンドリスポンス(DR)の
イニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

BACnetインターネットワークの構成



標準BACS構成機器のBACnet分類

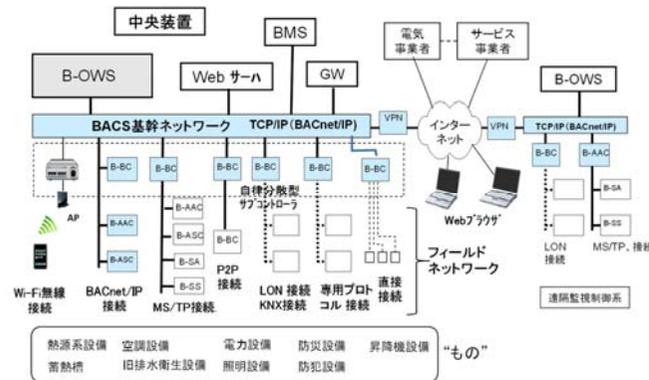
BACnet2012 ANNEX Lでは6種の標準BACnet装置型を定義している。
装置間のインターオペラビリティの種類、内容をBIBBで規定

分類	略号	デバイス名	和訳名
L1 Operator Interfaces	B-OWS	Operator Workstation	オペレータ・ワークステーション
	B-AWS	Advanced Operator Workstation	上級オペレータ・ワークステーション
	B-OD	Operator Display	オペレータ・ディスプレイ
L4 Controller L4.1	B-BC	Building Controller	ビルコントローラ
L4.2	B-AAC	Advanced Application Controller	高性能コントローラ
L4.3	B-ASC	Application Specific Controller	機能特定コントローラ
L4.4	B-SA	Smart Actuator	スマートアクチュエータ
L4.5	B-SS	Smart Sensor	スマートセンサ

L2、L5にて
Life safety装置間を規定

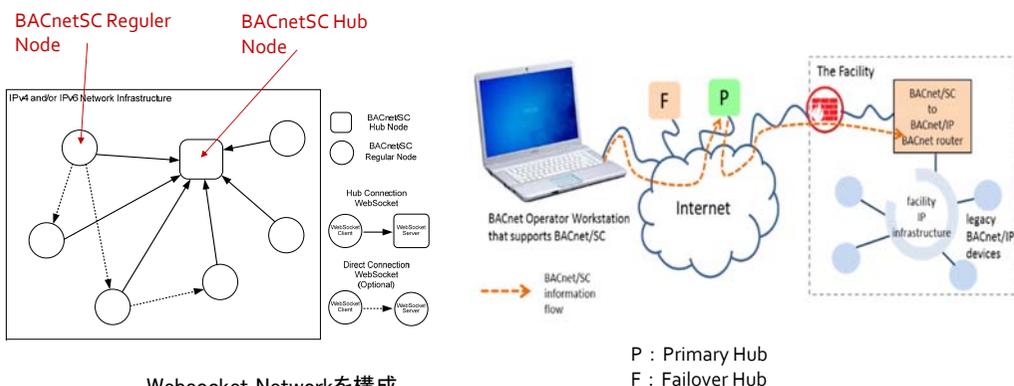
L3、L6にて
Access Control装置間を規定

BACSの構成と動向



- インフラ設備化
- BEMSとしての機能
- ピークカット、ピークシフト、節電に貢献
- 汎用のオープンなPC環境の活用(ソフト環境も含む)
- ネットワークのオープン化。(TCP/IP環境の全面的活用)
- 自律分散技術導入による信頼性向上
- オープンプロトコルとマルチベンダー化
- シームレスなインターオペラビリティ、国際規格に適用
- スマートグリッドのDR対応として需要家側の重要設備
- IoTによる新たな価値の創造

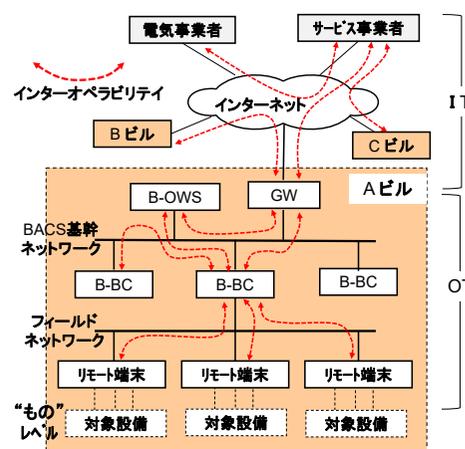
BACnet/SCのネットワークポロジ



Websocket Networkを構成
既存のBACnetデバイスとの共存
スケーラビリティの確保

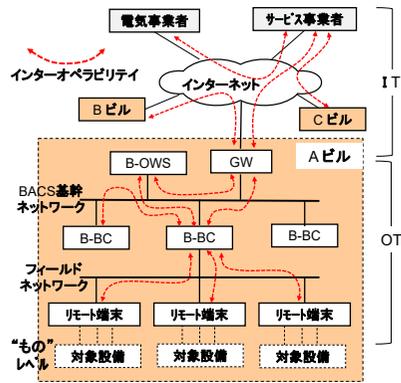
P : Primary Hub
F : Failover Hub

BEMSにおけるIoT



- IoT: Internet of Things
- Internet: インターネット、BACS基幹ネットワーク、BACSフィールドネットワークの総称
- Things1: BACSの管理対象設備、装置、機器、センサ、アクチュエータ
- Things2: BACSを構成するデバイス(B-OWS、B-BC、リモート端末)
- もの対もの: IP環境のインターネット、ネットワークを通じてM2M(Machine to Machine)の情報交換を実施し新しいサービス、機能を実施する。
- ビッグデータ: ものからの大量のデータ処理と管理
- IT (Information Technology) とOT (Operation Technology) の融合

クラウド活用、IPフレンドリー化とIPv6対応



Webサービスの機能拡張

ANNEX NのBACnet/WS(SOAPベース)にIT業界で主流のREST対応のANNEX WのBACnet/WS RESTfullを規定。また抽象データモデル対応のANNEX YおよびJSONデータフォーマット対応のANNEX Zを規定した。(REST: REpresentation State Transfer)

基幹ネットワーク

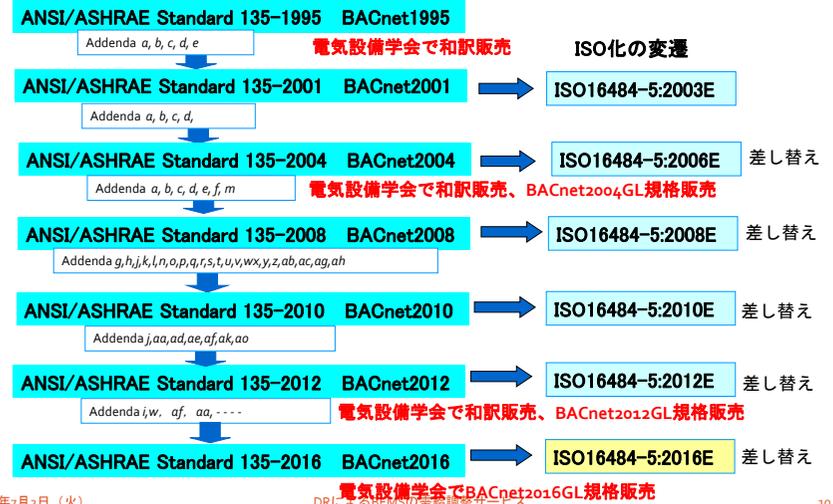
BACnet/IPのIPフレンドリー化
BACnet/SCの導入(WebSocket通信)
IPv6対応

ANNEX UのBACnet/IPv6により128ビットIPアドレス空間のIPv6の適用が可能。(BVLL層の機能定義、一斉通報がMulticastで実現等の扱いに注意)

フィールドネットワーク

BACnet2016 8章のBACnet MS/TP
またはLonTalks、KNX を適用

BACnetとISO16484-5の変遷



国別ベンダーID取得数(総計1150 2019年5月29日現在)

国名	VID数	国名	VID数	国名	VID数
USA	388	Belgium	9	Ireland	2
Germany	130	Czech	13	Luxembourg	2
Canada	82	Finland	9	Vietnam	2
Japan	65	Malaysia	8	Argentina	1
China	56	Hong Kong	8	Estonia	1
United Kingdom	54	Brazil	7	Iceland	1
Australia	39	South Africa	7	Latvia	1
Switzerland	35	Lithuania	5	Mexco	1
Italy	25			Norway	3
Poland	25	Spain	8	Romenia	1
Korea	23	Israel	4	Russia	1
France	21	New Zealand	4	Thailand	1
Austria	19	Singapore	3	Mexco	1
Denmark	14	Turkey	3	Saudi Arabia	1
Sweden	15	Croatia	2	Slovenia	1
Netherlands	13	Slovakia	2	Thailand	1
India	12	Hungary	3	UAE	1
Taiwan	11	Serbia	2	Chile	1

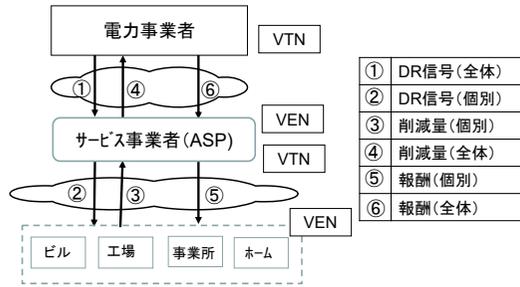
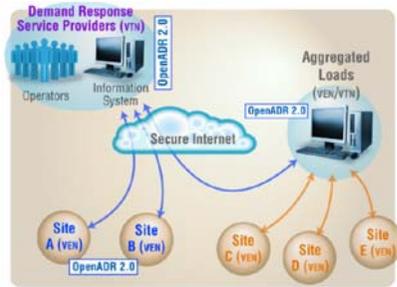
ベンダーIDの用途
デバイスオブジェクトのベンダーIDプロパティにASHRAEより割りつけられたユニークなベンダーIDを登録しプロトコルに対する所有者の拡張を識別。I-Amサービスにてサービス要求するベンダーを識別する。
オブジェクトをプロファイル配述で拡張するとき拡張者を識別する。この場合のベンダーは公開と保持が登録された組織である必要がある。

VID 555、666、777、888、911
はASHRAEにて予約済。

目次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイマンドリスポンス(DR)のイニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

OpenADR 2.0bの概要と主要サービス



①	DR信号(全体)
②	DR信号(個別)
③	削減量(個別)
④	削減量(全体)
⑤	報酬(個別)
⑥	報酬(全体)

需要家サービス機能

- 逼迫時の需要ピークの抑制
- 軽負荷時間帯への需要シフトによる負荷の平準化
- 再生可能エネルギーの大量導入時の短周期変動抑制

OpenADR主要サービス

- EiEvent (イベントサービス)
- EiReport (報告サービス)
- EiOpt (受諾、変更支援サービス)
- EiRegisterParty (登録サービス)
- EiTarget (対象ターゲット)

FSGIMの概要

- NEMA(米国電機工業会)とASHRAEは工業標準として施設向けスマートグリッド情報モデル標準(FSGIM: Facility Smart Grid Information Model)の開発のために共同作業をASHRAEの委員会201P(SPC201P)にて実施した。
- FSGIMはANSI/ASHRA/NAMA規格2-1-2016として米国規格化された。
- FSGIMはISO17800として国際規格化された。
- 目的はファシリテイ 即ち、ホーム、ビル、工業施設にて応用を可能とし、システムを制御する抽象的で目的指向の情報モデルを構築することである。
- スマートグリッド側(サービスプロバイダー)からの通信に応じて需要家の電力負荷と発電資源を管理し、需要家情報をグリッド側に通信する。
- この情報モデルにより可能となる機能の種類を下記に示す。

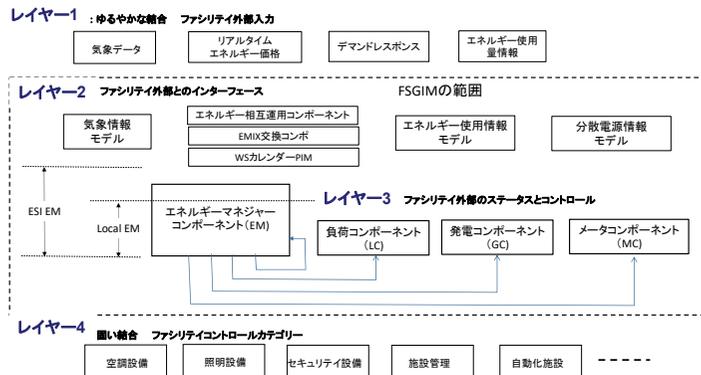


<対象とする機能>

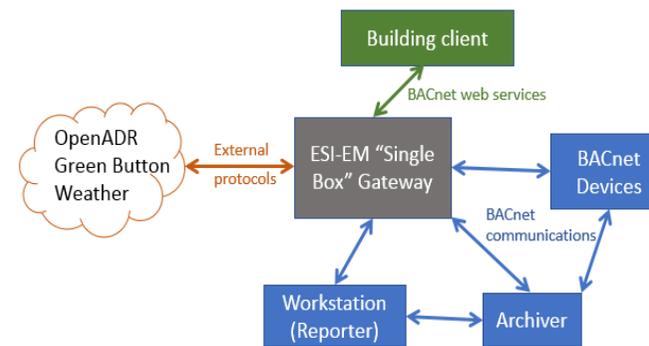
- オンサイト発電管理
- デマンドレスポンス
- 蓄電管理
- ピークデマンド管理

- デマンド電力予測
- 負荷削減余力予測
- 末端負荷モニタ
- 消費エネルギー管理
- 負荷制御

FSGIMの需要施設モデル



Single Box ESI architecture

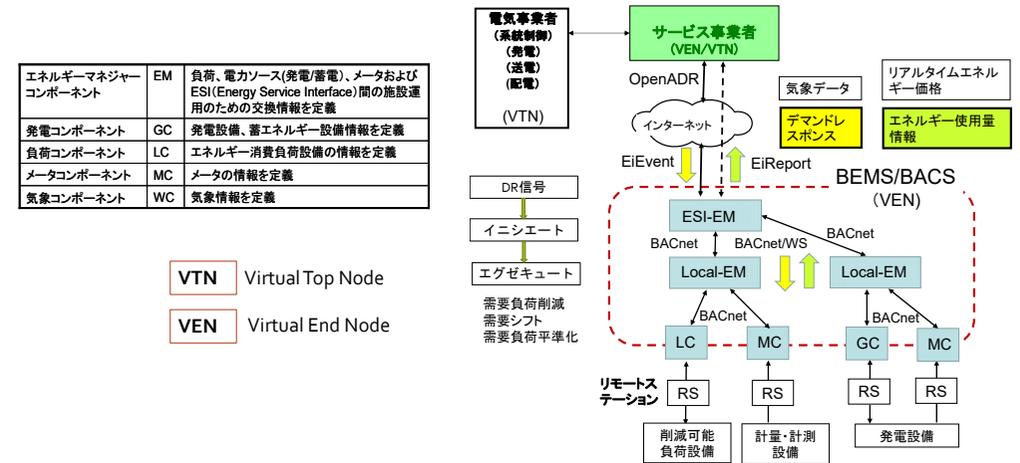


A standard single box ESI energy manager solution will make consumption, aggregation, DR event, and other commonly-needed energy data available in standard format via a B/W server. This will allow interoperable data sharing with other manufacturer control equipment, analytics software tools, third-party DR applications, or other clients.

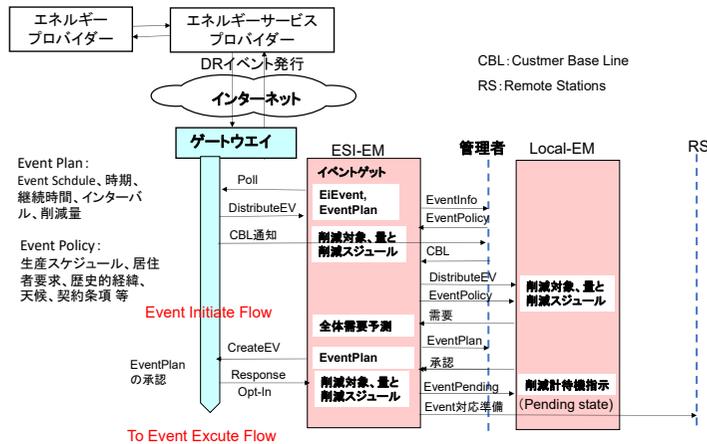
目次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイモンドリスポンス(DR)のイニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

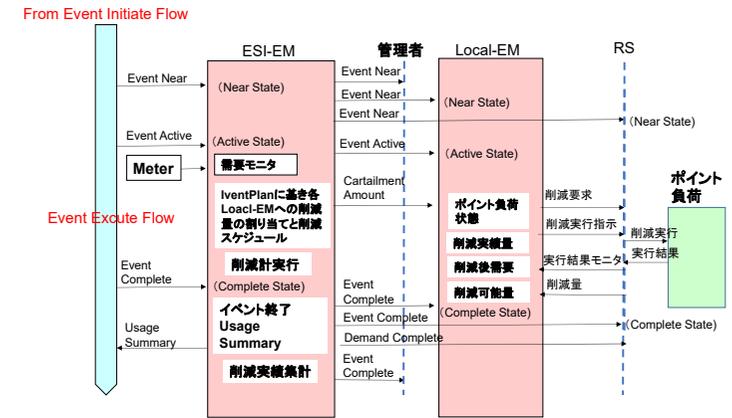
構成コンポーネントとBEMSのトポロジー図



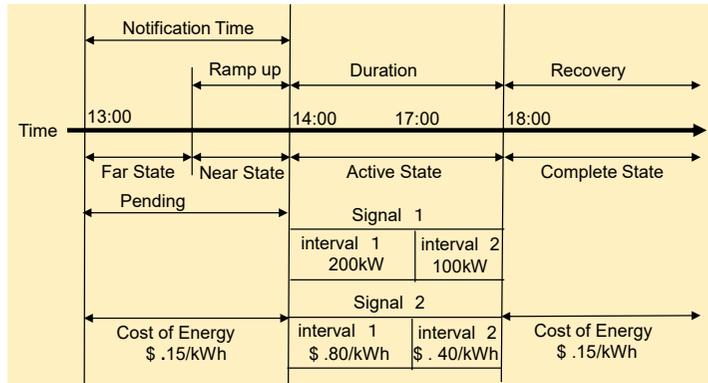
Open ADR 2.0 Event Initiate Flow



Open ADR 2.0 Event Execute Flow



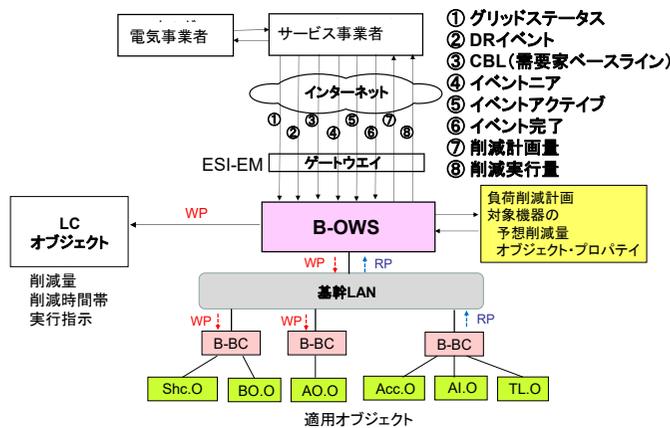
Event Timing Interval



目次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイマンドリスポンス(DR)のイニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

LCオブジェクトと電力需要調整フロー



適用オブジェクトと需要抑制サービス

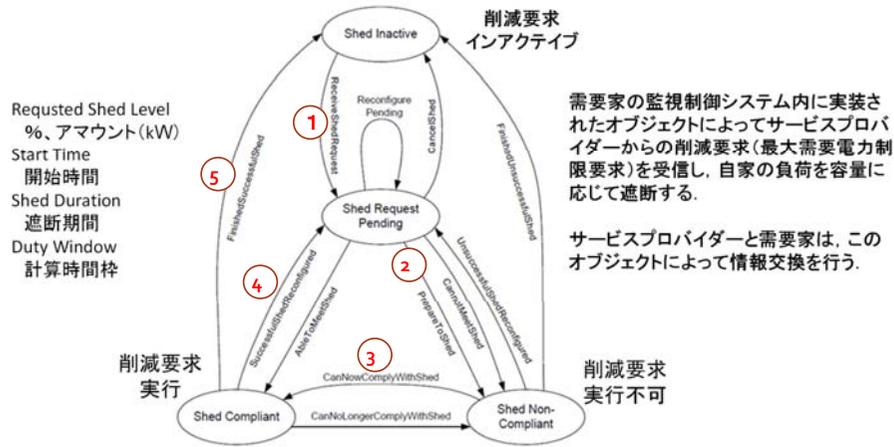
適用オブジェクトとプロパティ

適用オブジェクト	適用プロパティ
AI : アナログ入力	PV : プレゼントバリュー
ACC : 計量入力	PV : プレゼントバリュー
TL : トレンドログ	Start Time, Stop Time, LogInterval, TimeStamp, LogDeviceObjectProperty
TLM : トレンドログマルチプル	Start Time, Stop Time, LogInterval, TimeStamp, LogDeviceObjectProperty
LC : ロードコントロール	RSL: Requested Shed Level ST: Start Time SD: Shed Duration DW: Duty Window ShL: Shed_Level
AO : アナログ出力	PV : プレゼントバリュー
Shc : スケジュール	例外スケジュール
CL : カレンダー	PV : プレゼントバリュー Date_List (日付リスト)
BO : バイナリー出力	PV : プレゼントバリュー

DRイベントによる需要抑制サービス

DRの内容	サービス項目	BACnet適用オブジェクト	制御内容
EIEvent	削減可能負荷調整指示と管理	ロードコントロール (LC) オブジェクト	要求削減量指示 実行時間帯指示 指示の実行
	削減可能負荷運転停止	DOオブジェクト	指定時間帯削減予定負荷の運転停止
	電力負荷運転時間帯シフト	スケジュール (Shc) オブジェクト	指定時間帯削減予定負荷の軽負荷時間帯への運転時間帯シフト
	空調負荷削減制御	AOオブジェクト	空調機設定温度変更 (指定時間帯)
EIReport	計測・計量データの収集・集積と報告	AIオブジェクト ACCオブジェクト TLオブジェクト TLMオブジェクト	温度、瞬時熱量、消費電力 積算熱量、消費電力量 トレンドログ 複数トレンドログ

電力負荷制御 Load Control Objectの状態遷移



2019年7月2日(火)

DRによるBEMSの需給調整サービス

25

目次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイマンドリスポンス(DR)のイニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

2019年7月2日(火)

DRによるBEMSの需給調整サービス

26

需要家電力資源による調整力

複数の需要家電力資源から送配電事業者の必要とする需給調整の要件を満足するよう需要家電力資源を組合せ調整力の調達をサービスを提供する。

- (1) 需要家電力資源による調整力の創出と管理
- (2) 需要家の電力資源製造のノウハウ、管理・保全のノウハウ、運用ノウハウを活用する。
- (3) 電気学会にて左記に関する標準仕様書JEC-TRを作成した。

JEC TR59001
蓄熱システムによるエネルギーサービス

JEC TR59002
蓄電池システムによるエネルギーサービス

JEC TR59003
非常用発電機システムによるエネルギーサービス

JEC TR59004
ビル用マルチエアコンシステムによるエネルギーサービス

2019年7月2日(火)

DRによるBEMSの需給調整サービス

27

需給調整市場における商品の要件

	一次・二次調整力 (GF・LFC ^{※1})		二次調整力② (EDC ^{※2} -H)	三次調整力① (EDC ^{※2} -L)	三次調整力② (低速枠)
	一次調整力 (GF相当枠)	二次調整力① (LFC ^{※1})			
指令・制御	-	指令・制御	指令・制御	指令・制御	指令
回線 ^{※3}	-	専用線等	専用線等	専用線等	簡易指令システム等も可
監視の通信方法	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内 ^{※4,5}	45分以内
継続時間	5分以上 ^{※4}	30分以上 ^{※5}	30分以上	商品ブロック時間(4時間)	商品ブロック時間(4時間)
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に出力変化可能な量とし、機器性能上のGF幅を上限とする	5分以内に出力変化可能な量とし、機器性能上のLFC幅を上限とする	5分以内に出力変化可能な量とし、オンラインで調整可能な幅を上限とする	15分以内に出力変化可能な量とし、オンラインで調整可能な幅を上限とする	45分以内に出力変化可能な量とし、オンライン(簡易指令システムを含む)で調整可能な幅を上限とする
最低入札量	5MW ^{※6}	5MW ^{※6}	5MW ^{※6}	5MW ^{※6}	1MW
刻み幅 (入札単位)	1kW	1kW	1kW	1kW	1kW
応札が想定される主な設備	発電機・蓄電池・DR等	発電機・蓄電池・DR等	発電機・蓄電池・DR等	発電機・DR・自家発電制御等	発電機・DR・自家発電制御等
商品区分	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ

※1 点線の商品区分は将来の検討課題
 ※2 小売電気事業者の経済負荷配分とは異なる
 ※3 「専用線等」については、回線速度やセキュリティ等を考慮して専用回線・電力専用網などとするを検討中
 ※4 片端・2方向は、1/2段階昇降を前提として短期間で設定
 ※5 後段の調整力への受け渡しを改めて今後見直す可能性あり
 ※6 専用線設置数増加や中央給電指令システムの大幅な改修による一般送配電事業者にとって著しいコスト増とならないことを考慮し設定

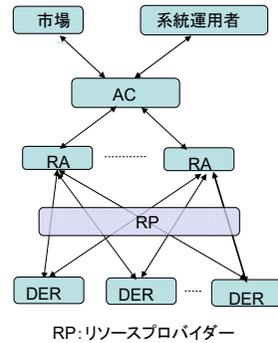
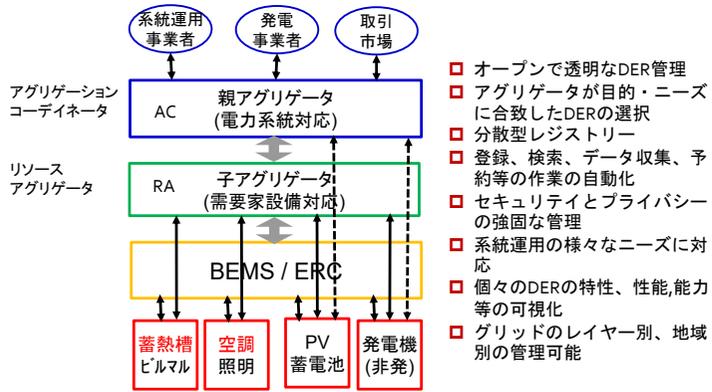
(本内容については今後の検討により見直すことがある)

2019年7月2日(火)

DRによるBEMSの需給調整サービス

28

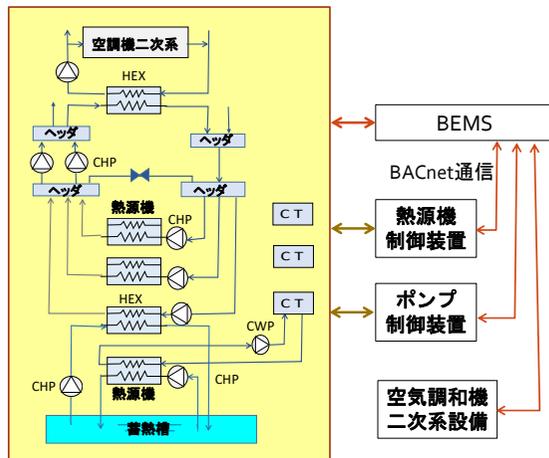
エネルギーリソースアグリゲーション



目次

1. BACnetとBEMSの構成
2. FSGIMとOpenADR
3. デイマンドレスポンス(DR)のイニシエートとエグゼキュート
4. 電力需要調整サービスとBACnetの適用
5. 電力需給調整市場とサービス
6. TESSと電力需給調整
7. 今後の課題と動向

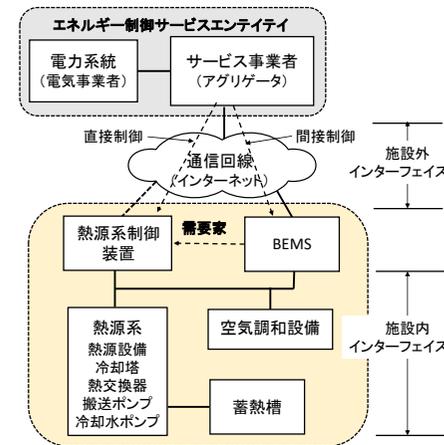
蓄熱槽と熱源系の構成



蓄熱槽利用のメリット

- ピークカットによる熱源容量と契約電力の低減
- 電力負荷率の平準化
- 負荷変動に対するフレキシブルな追従
- 最適運転による省エネルギー運転
- 深夜蓄熱運転による夜間の電気事業者の発電設備の運転効率の向上

TESS(Thermal Energy Storage System)の構成



サービス事業者を経由しての電気事業者による需給逼迫状態発生の判断を受け、サービス事業者からの電力需要調整の要請により、需要家施設側の蓄熱槽と熱源系システムを

**間接制御または直接制御により
下げ調整または上げ調整
を実施する。**

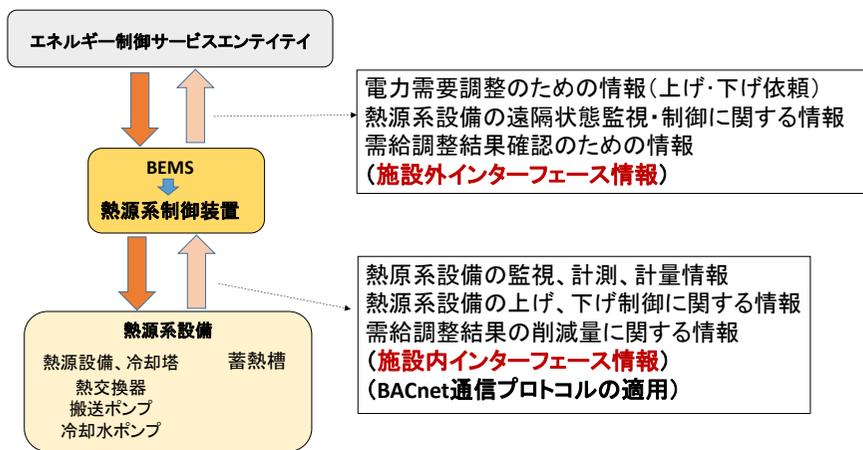
間接制御：需要調整要求のBEMS経由の制御

直接制御：需要調整要求の熱源制御装置による制御

下げ調整：放熱運転（熱源機停止・需要低減）

上げ調整：蓄熱運転（熱源機運転・需要増加）

TESSアクタ間の授受情報

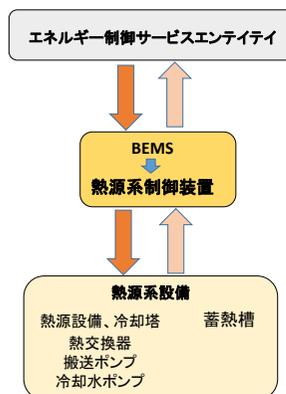


2019年7月2日 (火)

DRIによるBEMSの需給調整サービス

33

間接制御による電力需要調整



電力需要調整エネルギーサービス

- エネルギー制御サービスエンティティと需要家間のサービス契約
- 事前通知型エネルギーサービス
- 下げ、上げの電力需要調整の必要性を判断後、エネルギーサービス実施前にサービス運転スケジュールを事前に契約需要家に通知
電力需給調整等のエネルギーサービス実施の可否を確認。
- 確実な需給調整の実行
- 需要家における電力需要調整の実行と確認にはBACnet通信プロトコルの適用が有効

2019年7月2日 (火)

DRIによるBEMSの需給調整サービス

34

下げ調整、上げ調整サービス

間接制御下げ調整サービス

- 需給逼迫などの発生が近々に予測
- エネルギーサービス制御エンティティは需要調整事前の下げ調整エネルギーサービス運転スケジュールを需要家に送る。
- 需要家は下げ調整サービスへの参加、不参加をエネルギーサービス制御エンティティに応答を戻す。
- 需給調整の事前予告は需要調整の制御実行に先立ち、10分、1時間、半日などの事前に行われる。
- エネルギーサービス運転スケジュールに基づき需要家のBEMSと熱源系制御装置は熱源設備の蓄熱運転を停止し、需要家の所用熱量を放熱運転により賄う。
- 蓄熱運転の停止により熱源系設備の各動力が停止し電力需要が低減される。
- 下げ調整サービス運転の実行後、その削減電力量等の結果がエネルギーサービス制御エンティティに報告する。

間接制御上げ調整サービス

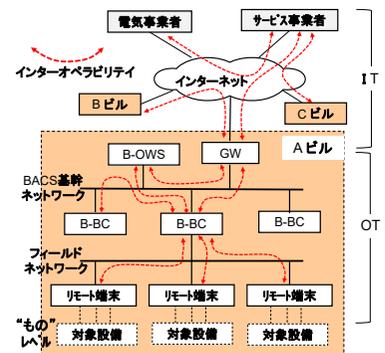
- 春、秋の中間期などは電力需要が少ない時期は、PV等の再生可能エネルギー源の発電量に対して電力需要が少ない。
- そのため、電力供給側が余剰電力の発生を予想
- エネルギーサービス制御エンティティは需要家に対して電力需要の増加を要請して電力需給のバランスを図るエネルギーサービス運転スケジュールを事前に需要家に送る。
- 需要家はこのサービス運転スケジュールにより、蓄熱槽に蓄熱余裕があるとき、上げ調整サービス運転を実施する。
- BEMSと熱源系制御装置は熱源系設備を運転して蓄熱槽への蓄熱運転を実行する。熱源系設備の各動力の運転により電力需要を増加する。

2019年7月2日 (火)

DRIによるBEMSの需給調整サービス

35

7. 今後の課題と動向



OpenADRとFSGIMのシナリオに対応するBEMSの構築

OpenADRのイベントのXML、CSML記述のシンプル化

BACnetにてのオブジェクトとサービスによる具体的実装展開

JEC TR59001~4のエネルギーサービスのIEC61850による通信仕様記述をBACnet仕様の通信記述の検討

IoT時代に対応する複数のネットワークにまたがるBEMSの構築とインターオペラビリティの確立

インターネットを介在した複数のドメインにまたがるシステムの構成、情報モデル、サービス、セキュリティの検討

2019年7月2日 (火)

DRIによるBEMSの需給調整サービス

36