

令和2年度 需要家側エネルギーリソースを活用したバー チャルパワープラント構築実証事業



Be the **Right ONE**

VPPアグリゲーション事業

**B事業 豊田通商株式会社
中部電力パワーグリッド株式会社**

1. 実施体制

1-1. 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の体制

1-2. 対象リソース

2. 実証概要（共通実証）

2-1. 実証の目的

2-2. 実証成果

2-3. 課題と解決策

3. 実証概要（独自実証）

3-1. 実証の目的

3-2. 実証成果

3-3. 課題と解決策

4. セキュリティ対策の状況

4-1. ERABセキュリティガイドライン2.0や簡易指令システムセキュリティ要件等への対応状況

5. 実ビジネスへの展開に向けた取り組み

5-1. 需給調整市場への参画に向けた状況

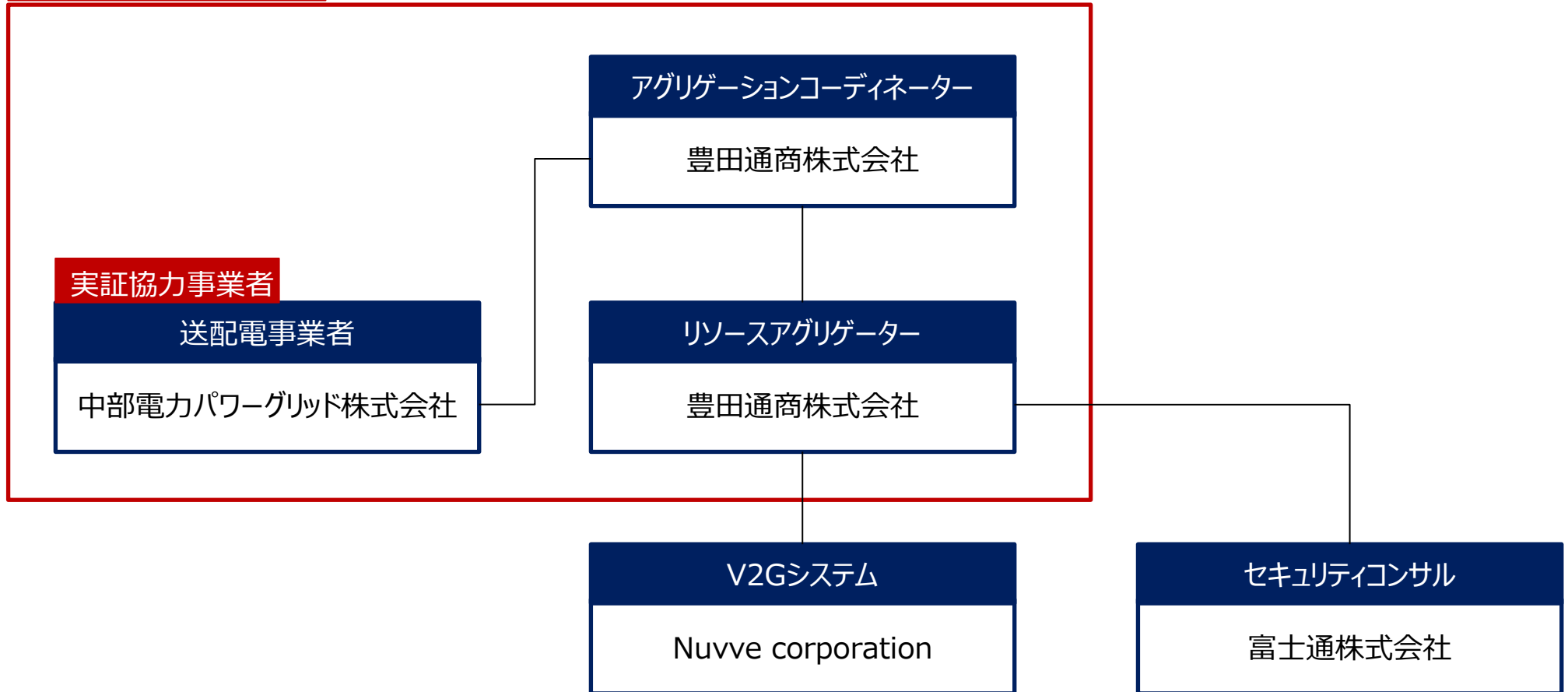
6. 全体を通じて得た知見、及び残る課題

1-1.アグリゲーションコーディネーターおよびリソースアグリゲーターの体制

■ 事業名

VPPアグリゲーション事業（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：豊田通商株式会社、実証協力事業者：中部電力パワーグリッド株式会社）

本実証事業者の申請者



1-1.アグリゲーションコーディネーターおよびリソースアグリゲーターの体制

■ 実施体制

属性	事業者	実証事業における役割
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	豊田通商株式会社	V2Gアグリゲーションコーディネーター、V2Gリソースアグリゲータ、実証全体取纏め、計画進捗管理、報告書作成
実証協力事業者	中部電力パワーグリッド株式会社	電力技術・制度検討支援、LFC信号の提供、報告書作成
該当無し	早稲田大学	VPP基盤整備事業者
該当無し	Nuvve Corporation	V2Gシステムと充放電器間のインターフェイス構築、V2Gシステムと需給調整試験サーバー間のインターフェイス構築、V2GシステムとFEMSサーバー間のインターフェイス構築
該当無し	トヨタ自動車株式会社	実証サイト提供、V2Gリソース所有者、FEMSサーバーの構築及びV2Gサーバーへの電力量制御指令、系統連系手続き
該当無し	株式会社デンソー	充放電器の提供、充放電器のネットワーク化対応
該当無し	富士通株式会社	セキュリティコンサル

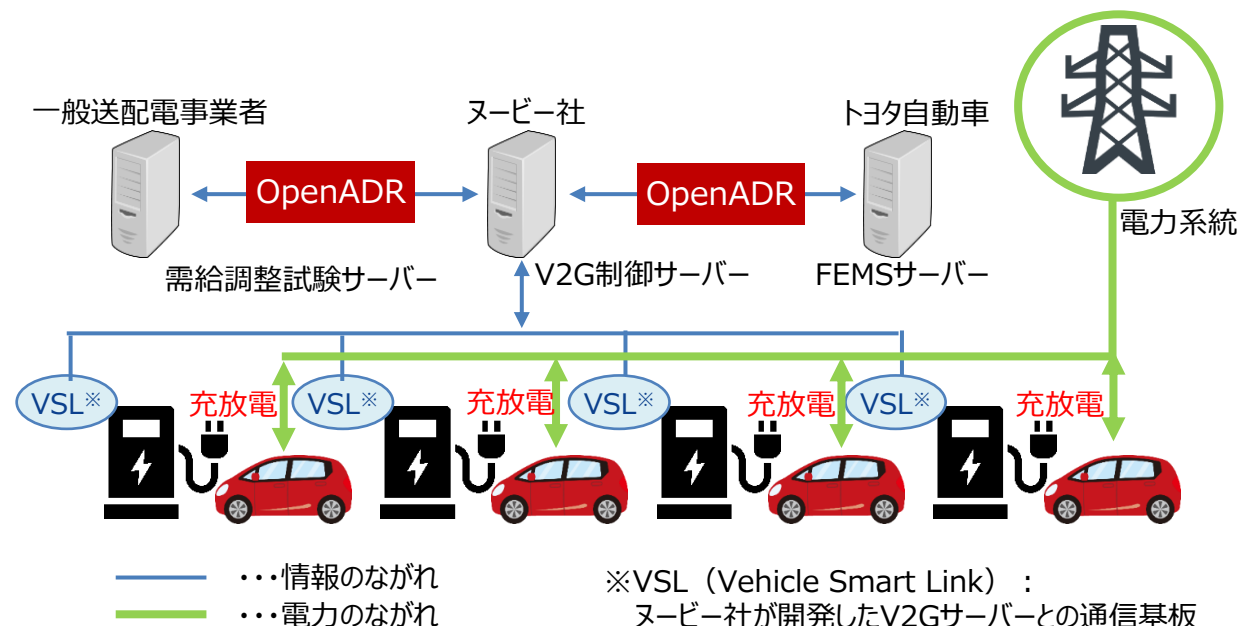
■ 実施場所

項目	内容
実証サイト	トヨタ自動車株式会社本社
住所	愛知県豊田市トヨタ町1番地（中部電力パワーグリッド供給エリア）
サイト種別	事業所・工場、ビル

1-2. 対象リソース

項目	電動車	充放電器
製品名	プリウスPHV	V2G-充放電器
メーカー	トヨタ自動車株式会社	株式会社デンソー
定格容量 または出力	8.8kWh	5.9kW
数量	最大15台	最大15台

V2Gサーバーと充放電器との連携及び制御信号受信による充放電指示の処理出来る様に、VSL（Vehicle Smart Link：ヌービー社が開発したV2Gサーバーとの通信基板）を併設した



2-1. 実証の目的（共通実証）

■ 共通実証の目的

現市場ルール下における、電動車を利用した調整力（3次調整力①/②）提供の可能性検証、及び、課題抽出。

■ 共通実証の概要

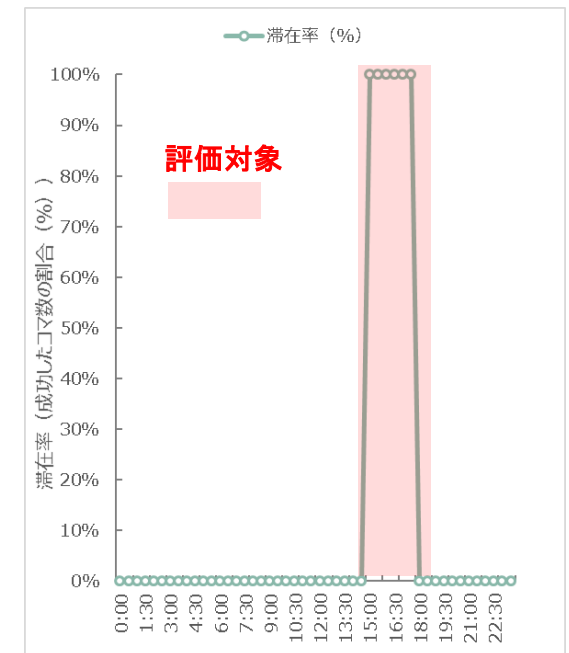
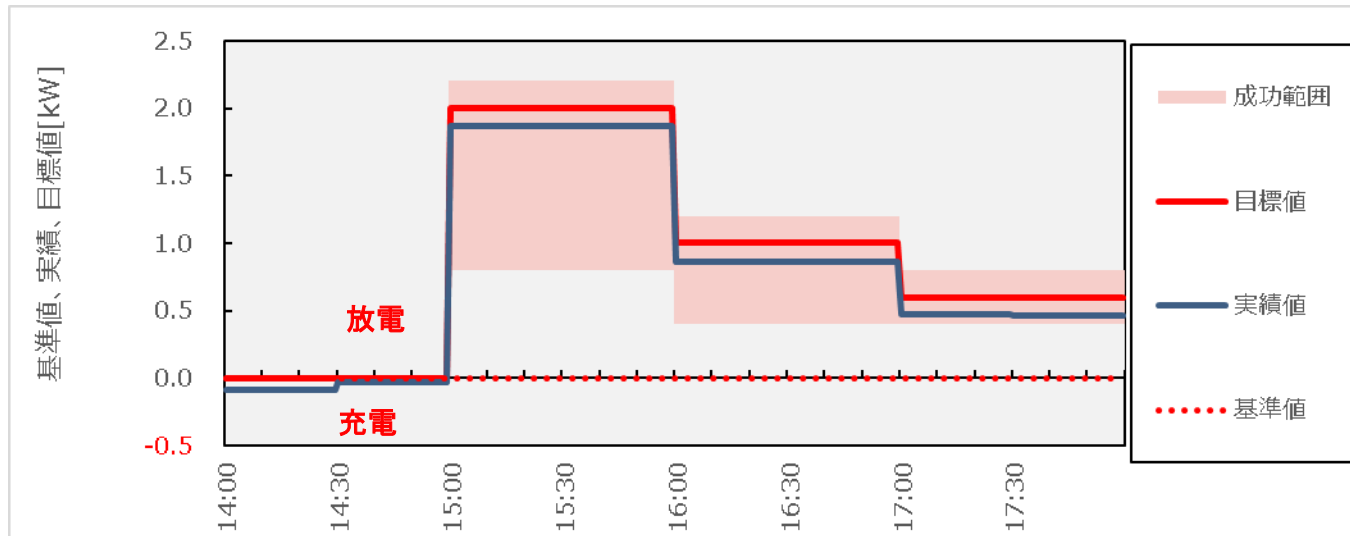
項目	3次調整力①下げDR	3次調整力②下げDR
基準値の種類	事前予測型	事前予測型
基準値報告のタイミング	約定ブロック1時間前まで	約定ブロック1時間前まで
計量方法	既に充放電器に設置されている計量器を使用	既に充放電器に設置されている計量器を使用
指令値変更の有無	あり	あり
応動時間	15分	45分
指令値変更間隔	1分	30分
ビiddingのコマの長さ(イベントの長さ)	3時間	3時間
ビiddingのタイミング	前週火曜日14時までに次週分（土曜日～金曜日）を入札	前日14時までに翌日分を入札
基準値の粒度	1分単位	30分
ベースライン	事前に申告した基準値の30分平均値	応動の基準値をそのままベースラインとする
制御実績の報告間隔	1分間隔	30分間隔
制御実績の報告期間	制御開始15分前から、制御終了まで	制御開始60分前から、制御終了まで
制御実績報告の内容	制御量、ステータス	制御量、ステータス

2-2. 実証成果（共通実証：3次調整力②）

■ 前提条件

- ・車両3台を常に充放電器に接続した状態
- ・業務用車としての利便性を損なわないよう各車両のState of Charge（以降、SOC）が50%を下回らないことを原則とし、**確実に**供出できる量をビidding

■ 制御結果（試験時間15:00-18:00）と30分コマでの滞在率



■ 考察

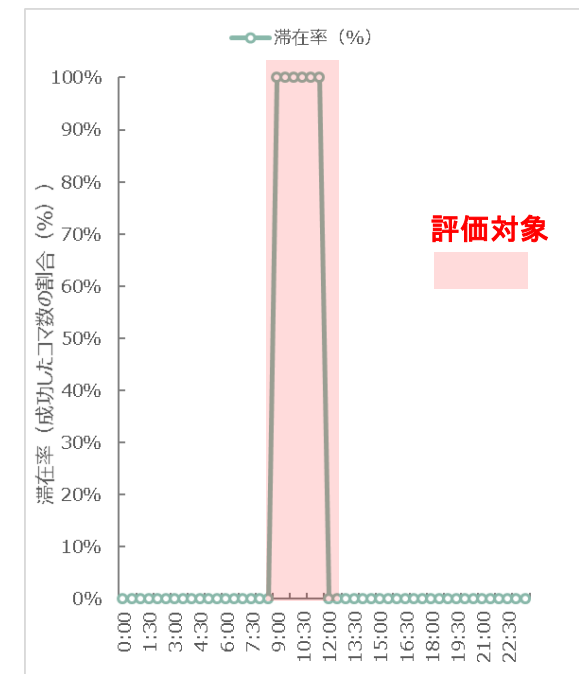
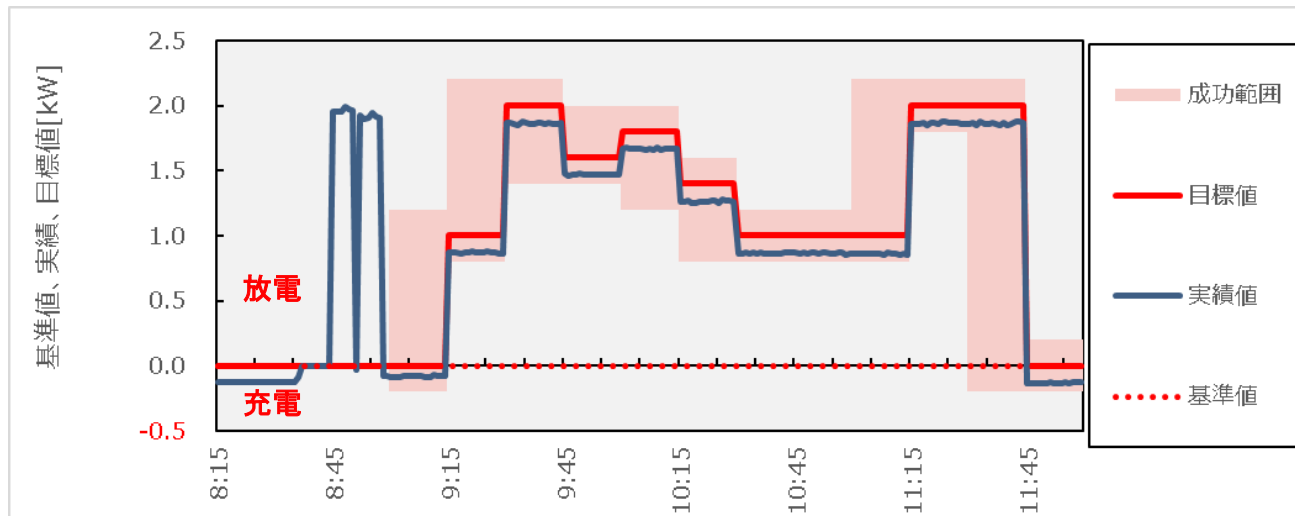
評価対象すべてのコマで±10%以内に収まったため、100%の滞在率を達成

2-2. 実証成果（共通実証：3次調整力①）

■ 前提条件

- ・車両3台を常に充放電器に接続した状態
- ・業務用車としての利便性を損なわないよう各車両のSOCが50%を下回らないことを原則とし、**確実に**供出できる量をビidding

■ 制御結果（試験時間9:00-12:00）と30分コマでの滞在率



■ 考察

評価対象すべてのコマで±10%以内に収まったため、100%の滞在率を達成

2-3. 課題と解決策（共通実証）

項目	課題	解決策
ビiddingのコマの長さ	3次調整力①/②では1コマが3時間と長いため、電動車を本来の車両としての利用を阻害しない形でのVPP活用がしづらい。例えば、業務用車の場合8時に使用開始されるケースが多いため、コマが短縮されれば6時～8時で調整力を提供できる可能性がでてくる。	[制度面] 1コマを例えば、3時間→1時間にしてみてもどうか [アグリゲータ面] 「分配出力×長時間」ではなく、「フル出力短時間×台数でリレー」の制御方法を検討
ビiddingのタイミング	3次調整力①では前週の14時までに次週分（土曜日～金曜日）のビiddingをしなければいけないため、電動車の計画精度が高くないことを踏まえると、保守的にビiddingせざるを得ない	[制度面] 3次調整力①のビidding時期を3次調整力②と同様に前日の14時に変更することを検討してはどうか [アグリゲータ面] 電動車の所有者と協力し、計画精度を向上できるような運用方法を検討
需要家リスト・パターン	現状の最大10パターンでは個別計量を用い電動車をリソースとした需給調整市場への参画は非現実的	[制度面] パターン数の上限を撤廃してはどうか

3-1. 実証の目的（独自実証）

■ 独自実証の狙い

- A. 電動車を遊休資産として捉え本来の電動車の利用を阻害しない形での調整力提供（2次調整力①）可能性検証
- B. 周波数調整機能と需要家側への需給調整機能の同時制御可能性の検証

■ 独自実証の概要

区分	項目	内容
A,B共通	周波数調整試験サーバーからの信号	LNG火力への実際の指令値相当の信号を模擬し、5秒ごとにOpenADRを通して受信。
A,B共通	供出可能量	実際の需給調整市場を模擬し1週間前の火曜日14時までに一般送配電事業者側に報告。また、1週間分の制御可能量は業務用車運行計画を利用し計算。
B	FEMSからの信号	利用者が事前に登録した電動車の運行計画や現在の工場の消費電力等から計算された30分単位の24時間分のkWh要求値を、30分ごとにOpenADRを通して受信。
B	基準値	本実証においては、簡単のため、FEMSからの要求値を基準値として扱う。
B	V2Gサーバーの制御ロジック	次ページで詳細説明。

3-1. 実証の目的（独自実証）

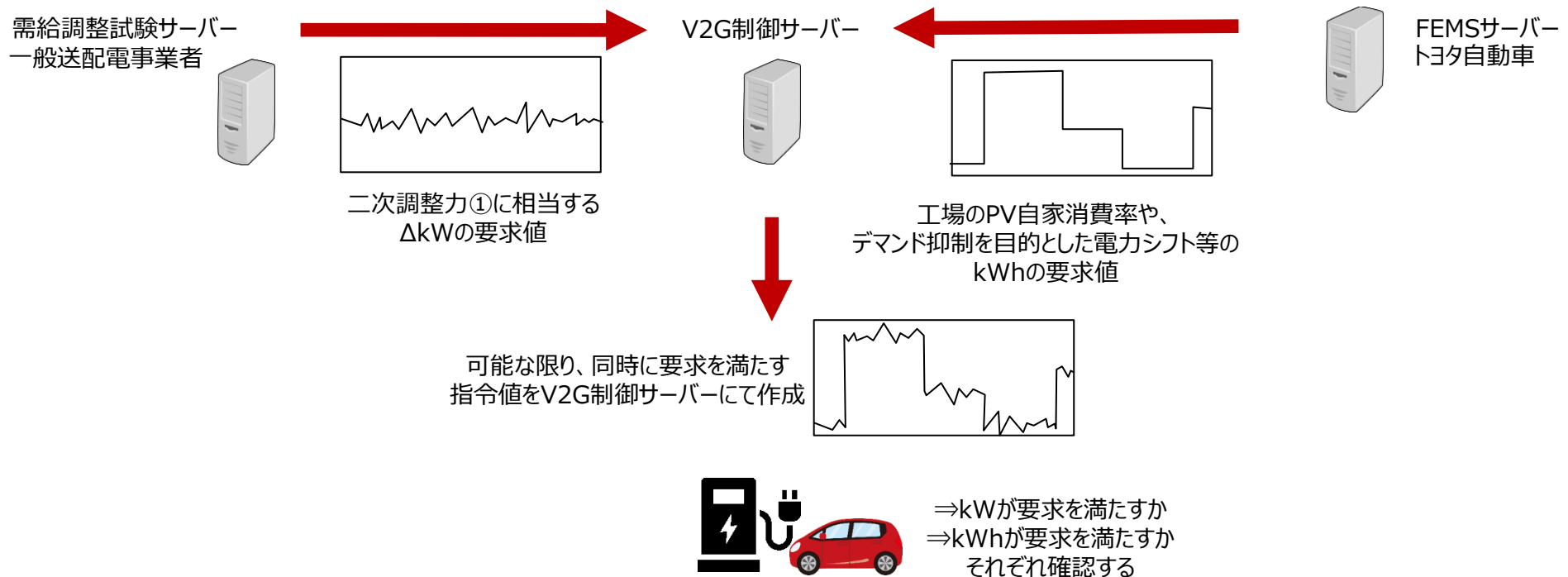
■ V2Gサーバーの制御ロジック：周波数調整機能と需要家側への需給調整機能の同時制御

ポイント1．

周波数調整のための要求値に充放電の偏りがないことを前提にした場合、FEMSからは30分コマ値として100 kWhの要求値を出す一方、周波数調整試験サーバーからは5秒ごとに $\pm x$ kWの要求値が来たとすると、瞬時値の値としては $200 \pm x$ kW、30分間では100kWhの制御。

ポイント2．

ただし実際には、周波数調整のための要求値の充放電量の偏りや充放電ロスにより、どちらかの要求値を満足しない場合があり、このときV2Gサーバーは、利用者のニーズや市場価値・ペナルティ等を勘案し、総合的に指令値を決定するが、本実証では簡易的にFEMSからのkWh要求値を満足することを優先する仕組みを構築。



3-1. 実証の目的（独自実証）

■ 独自実証の評価項目

区分	項目	内容
A,B共通	2次調整力①周波数調整機能評価：PJMパフォーマンススコア	2次調整力①相当の信号（LNG火力への実際の指令値（指令値変更間隔は5秒））への追従性を評価する為に、PJMパフォーマンススコアを使用。（米国系統運用機関のPJMが周波数制御性能を評価する為に採用しているパフォーマンススコアで、Correlation Score、Delay Score、Precision Scoreの3種類から構成され各々1/3ずつの得点配分となり、本実証では30分間の信号を取り出し計算した。（満点は1.0点） $Performance\ Score(t) = \max_{i=0\ to\ 5\ min} [A * DelayScore(t + i) + B * CorrelationScore(t + i)] + C * PrecisionScore(t)$ 。PJMの市場参入要件である、0.75を目標と設定。
B	需要家側への需給調整評価:kWh精度（%）	30分単位でのkWhの要求と出力の誤差をkWh精度 $(kWh\ 精度(\%)) = \frac{\sum EV\ 出力}{\sum FEMS\ 要求値} \times 100$ と定義し、評価指標と設定。
B	計画精度	業務用電動車が事前に登録した計画通りに使用された割合を、計画精度(%)（ $計画精度(\%) = 実際の駐車車両の平均台数 / 事前に登録した駐車車両の台数 \times 100$ ）と定義。

3-2. 実証成果（独自実証A：2次調整力①周波数調整制御）

■ 前提条件

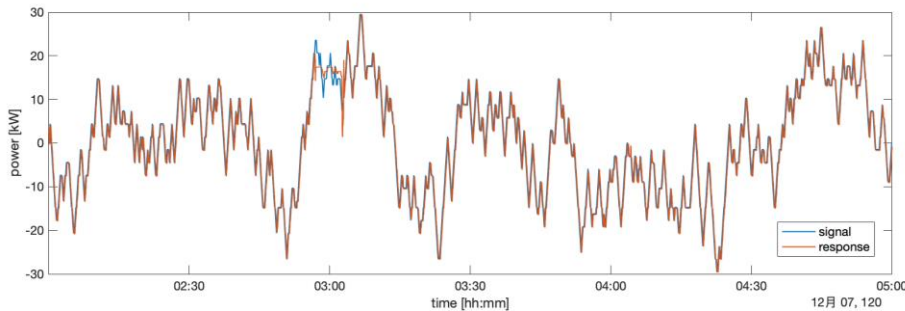
- ケース1．車両6台を常に充放電器に接続した状態
- ケース2．車両15台を自由に従業員に使用してもらった状態

■ 指令値（青）と制御結果（赤）のグラフ（+が放電、-が充電）

ケース1

計画精度：100%

PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア
0.93	0.89	0.94	0.99	0.98	0.99



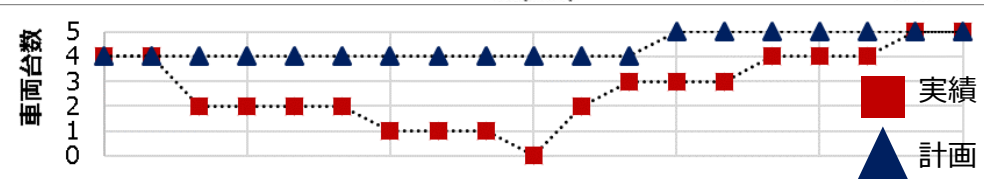
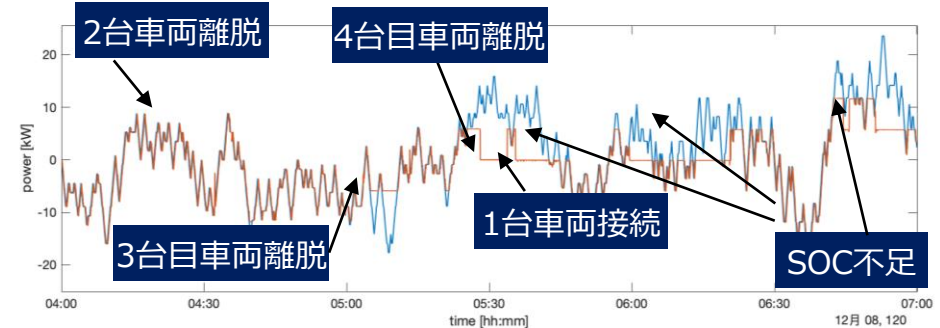
ケース2

計画精度：66%

計画精度：41%

計画精度：78%

PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア	PJMスコア
0.87	0.74	0.98	0.79	0.73	0.82



■ 考察

- ・業務用車が計画通り（計画精度100%）に稼働した場合はPJMスコア0.89~0.99と高い制御結果を示すことを確認。
 - ・計画精度の低下に伴いPJMスコアも低下したものの、PJM参入要件(=0.75)は超える可能性が高いことを確認。
- ⇒ビッティングを保守的に実施することで、電動車を遊休資産として捉え本来の電動車の利用を阻害しない形での調整力提供（2次調整力①）が可能であると考え**

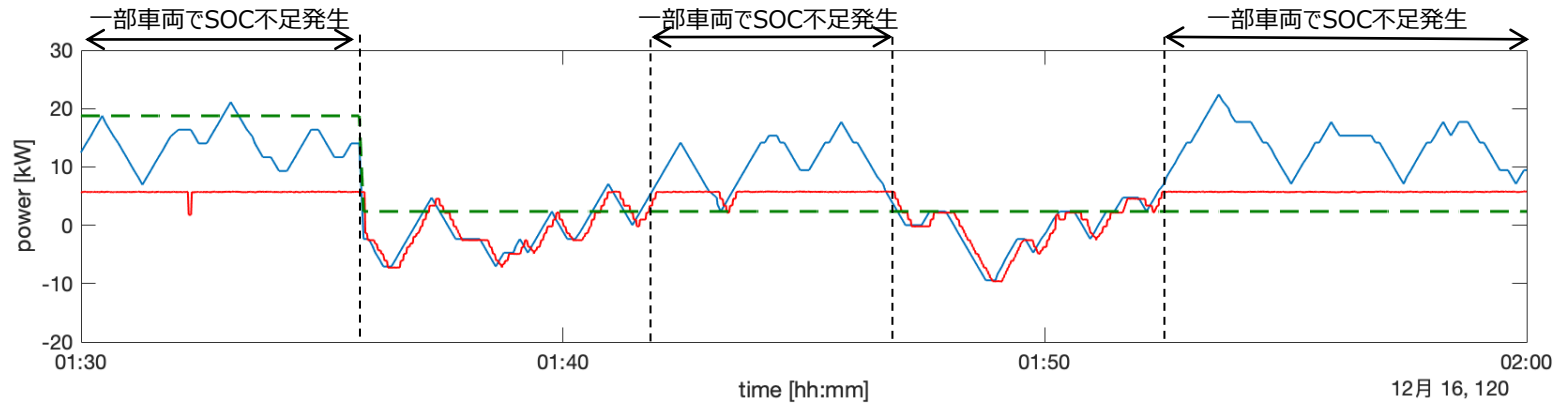
3-2. 実証成果

(独自実証B:周波数調整機能と需要家側への需給調整機能の同時制御)

■ 前提条件

車両4台を常に充放電器に接続した状態

■ 指令値と制御結果



— kWh要求値による供出すべきkW値 + 需給調整指令値 — 制御結果 - - - kWh要求値による供出すべきkW値

■ 30分間での試験結果

PJMスコア	kWh精度(%)
0.95	86.34 (= 1.57[上グラフ赤線の積分]/ 1.81[上グラフ緑線の積分] * 100)

■ 考察

- ・一部車両でSOC不足が発生している時間帯では同時制御の達成ができなかった
 - ・それ以外の時間帯では同時制御に成功
- ⇒残存SOCで対応できる範囲内の要求であれば、周波数調整機能と需要家側への需給調整機能の同時制御は可能であることを確認

3-3. 課題と解決策（独自実証）

項目	課題	解決策
2次調整力①周波数調整機能	1. 周波数調整の制御精度を評価する指標がない 2. 業務用車の運行計画精度が高ければ、それらを本来の電動車の利用を阻害しない形でVPPとして活用可能だが、運行計画精度が低くなった場合に制御精度が落ちる場合がある	1. 日本の制度設計に沿ったローカライズをしつつ、PJMパフォーマンススコアを採用してはどうか 2. ビッディングを保守的に実施することで、対応可能と考える
周波数調整機能と需要家側への需給調整機能の同時制御	1. 残存SOCで対応できる範囲外の要求をV2Gサーバーが受け取ると、同時制御が困難になる 2. 同時制御が困難な場合に、需要家側への需給調整機能を優先しているため、市場からのペナルティが発生しかねない 3. 本実証においては、簡単のため、FEMSからの要求値を基準値として扱った。基準値の報告時期が現状未確定ではあるが、早めの提出になればなるほどスコアが落ちる可能性がある。	1. FEMSが車両のSOCを考慮して要求値を計算、かつ、FEMSから受け取る要求値も考慮してビッディングするような仕組みを構築 2. 周波数調整機能、需要家側への需給調整機能のいずれかを優先するかは顧客ニーズ・制度設計に則して今後検討 3. 周波数調整の商品メニューについては、基準値の報告を制御実施後にしてはどうか
簡易指令システム	専用線のみしか認められない場合、参入障壁が高まる	OpenADRを使用した2次調整力①の提供可能性を確認したため、簡易指令システムの採用を検討してはどうか

4-1. ERABセキュリティガイドライン2.0や簡易指令システムセキュリティ要件等への対応状況

■ 全体スケジュール

時期	実施内容
8月	・現状確認（2019年度の簡易アセスメント結果の振り返り、また、2020年度の実施事項の整理） ・Nuvve社でのセキュリティ対応想定スケジュール作成(セキュリティ設計・テスト実施スケジュール)
9月	・V2Gシステム構成確認 ・セキュリティ要件/チェックリストの作成・記入
10月	・豊田通商セキュリティマネジメント実施／運用に係る整理(V2G事業にフォーカスして実施) ・脆弱性診断（準備） ・充放電器側（国内実証現場）脆弱性診断実施
11月	・標的型メール訓練（準備）
12月	・標的型メール訓練実施 ・V2Gサーバ（制御システム@クラウド上）脆弱性診断実施
1月	・標的型メール訓練結果とりまとめ ・Webアプリ（実証管理機能）脆弱性診断実施
2月	・有事を想定したセキュリティ対応机上訓練実施

4-1. ERABセキュリティガイドライン2.0や簡易指令システムセキュリティ要件等への対応状況

■ 実施項目

セキュリティマネジメントに関する文書の整理／セキュリティ対策状況に関する診断を実施
ガイドライン勧告事項に対して準拠対応完了

実施項目	内容	作成物
当社マネジメント部分の課題確認／必要文書の整備 (情報確認)	・セキュリティ要件/チェックリストの作成と記入 ・マネジメント実施運用の整備方針に基づく各実施項目毎の内容確認 ・既存社内規程にV2G事業の推進に必要な要素を追加した文書整理 ・有事を想定したインシデント対応訓練については机上演習を実施	・V2G事業セキュリティ基本方針 ・セキュリティ対策基準 ・V2G事業脆弱性情報管理案 ・V2G事業インシデント対応体制案 ・V2G事業継続計画書 ・V2G事業内部監査実施基準 ・V2G事業コンプライアンス管理案
V2Gシステムセキュリティ対策状況の確認	・VSLおよびルータ、充放電ステーションとの接続環境についてそのセキュリティ設計・実装および対策の確認を実施	・VSL、ルータのシステム設計開発・運用時のセキュリティ要件 兼 チェックリスト
V2Gシステムへの脆弱性診断 (脆弱性対策)	・インターネットから攻撃を受けうるシステムについての脆弱性診断を実施 - 対象：V2Gサーバ（クラウド）、充放電器（現地充放電器システム）、Webアプリ（情報管理・閲覧用）	・脆弱性診断実施報告書
標的型メール訓練によるセキュリティ意識浸透確認	・Nuvve社の役員・従業員のセキュリティ意識向上の施策として標的型メール訓練を実施	・標的型メール訓練実施報告書

脆弱性診断・標的型メール訓練の概要は次ページにて記載➡

※詳細は巻末「(付録)脆弱性診断/標的型メール訓練結果一覧」参照

5-1. 需給調整市場への参画に向けた状況

下記残タスク対応完了次第、需給調整市場への参画を予定。

区分	課題	対応状況
制度対応	OpenADR認証	2021年3月末までに取得予定
制度対応/事業化に向けた対応	リソース確保	パートナーと協力し、2024年までに合計1,000台を確保できるように準備中（ACとして求められる最低容量を確保できない場合は、RAとして参画検討）
制度対応/事業化に向けた対応	車両使用状況や制度設計等を考慮したビッティング自動化システムの構築	2024年までのリソース確保過程で構築予定
制度対応/事業化に向けた対応	需要家パターンリスト	現状の最大10パターンでは個別計量を用い電動車をリソースとした需給調整市場への参画は非現実的なので、制度改定に向けロビー活動を継続（他の制度についてもVPP普及に向けて改善の余地があるが、本制度はそれ自体で実質V2Gが参入不可となる可能性が高いと考え、重要課題としてここで言及）

6. 全体を通じて得た知見、及び残る課題

■ 全体を通じて得た知見

1. 電動車の運行計画精度が高ければ高いほど、電動車を本来の車両としての利用を阻害しない形でVPPとしても活用可能と考えられる。また、仮に運行計画精度が低い場合でも、ビiddingを保守的に行うことでVPPとして活用可能と考えられる。
2. 残存SOCで対応できる範囲内の要求であれば、電動車を利用した周波数調整機能と需要家側への需給調整機能の同時制御は可能であることを確認し、VPPとしての更なる活用の幅を示唆する結果を得られた。

■ 残る課題（制度について）

電動車を利用したVPPは技術的には可能であるものの、下記に代表される参入要件等が制約となり、普及の障壁となることが考えられる

区分	項目	課題
電動車特有	ビiddingのコマの長さ	3次調整力①/②では1コマが3時間と長いため、電動車を本来の車両としての利用を阻害しない形でのVPP活用がしづらい
電動車特有	ビiddingのタイミング	3次調整力①では前週の14時までに次週分（土曜日～金曜日）のビiddingをしなければいけないため、電動車の運行計画精度が低下する可能性があることを踏まえると、保守的にビiddingせざるを得ない
電動車特有	需要家リスト・パターン	現状の最大10パターンでは個別計量を用い電動車をリソースとした需給調整市場への参画は非現実的
VPP一般	簡易指令システム	1次調整力～2次調整力②については未定であるが、専用線のみしか認められない場合参入障壁が高まる
VPP一般	周波数調整機能	周波数調整の制御精度を定量的に評価する指標がない