

VPPを実現する エネルギーマネジメントシステム のモデルベース開発



株式会社ダイヘン

EMS事業部 開発部 大堀 彰大



Contents

1. 会社概要
2. VPPについて
3. ダイヘンが提案するEMS
4. VPP実証のご紹介
5. ダイヘンでのMBD
6. まとめ



1. 会社概要



商号	株式会社 ダイヘン (英文名) DAIHEN Corporation
設立	1919年12月1日
本社所在地	大阪市淀川区田川2丁目1番11号 〒532-8512 TEL (06) 6301-1212 (代表)
代表取締役社長	藁毛 正一郎
資本金	10,596百万円
売上高	145,044百万円 (2020年3月期、連結)
従業員数	3,876人 (2020年3月期現在、連結)

創業の精神

1919年12月 創業者 小林愛三制定



- ・良い品質であること
- ・価格は安くあること
- ・納期は早いこと

経営理念

1985年12月 第5代社長 小林啓次郎制定



ダイヘンはその関係する人々との信頼を大切に、常に新しい価値の創造を行うことによって、健全な成長を目指すとともに社会の発展に貢献します。



主な製品と事業分野

- ・ダイヘンは、電力機器、溶接・メカトロ、半導体関連および新技術開発の分野で革新的な製品を創造し続けています。

電力機器分野



超高圧変圧器

太陽光発電蓄電池搭載
変電設備パッケージ



油入／モールド変圧器



溶接・メカトロ分野



溶接機



垂直多関節型
産業用ロボット

半導体関連分野



プラズマ発生用
高周波電源



クリーン搬送ロボット

新技術開発分野



AI搬送ロボット



AGV用ワイヤレス
給電システム



ダイヘングループのあゆみ

電力機器事業



1919
[柱上変圧器]



1965
[超高圧大容量変圧器]



2003
[パワーコンディショナ]



2011
[太陽光発電
変電設備パッケージ]

溶接・ メカトロ事業



1934
[交流アーク溶接機]



1983
[垂直多関節型
アーク溶接ロボット]



2005
[交直両用
パルスMIG自動溶接機]



2006
[200kg可搬多目的
ハンドリングロボット]

半導体 関連事業



1987
[プラズマ発生用
高周波電源]



1989
[大気用
ウェハ搬送ロボット]



2008
[液晶基板
搬送用ロボット]

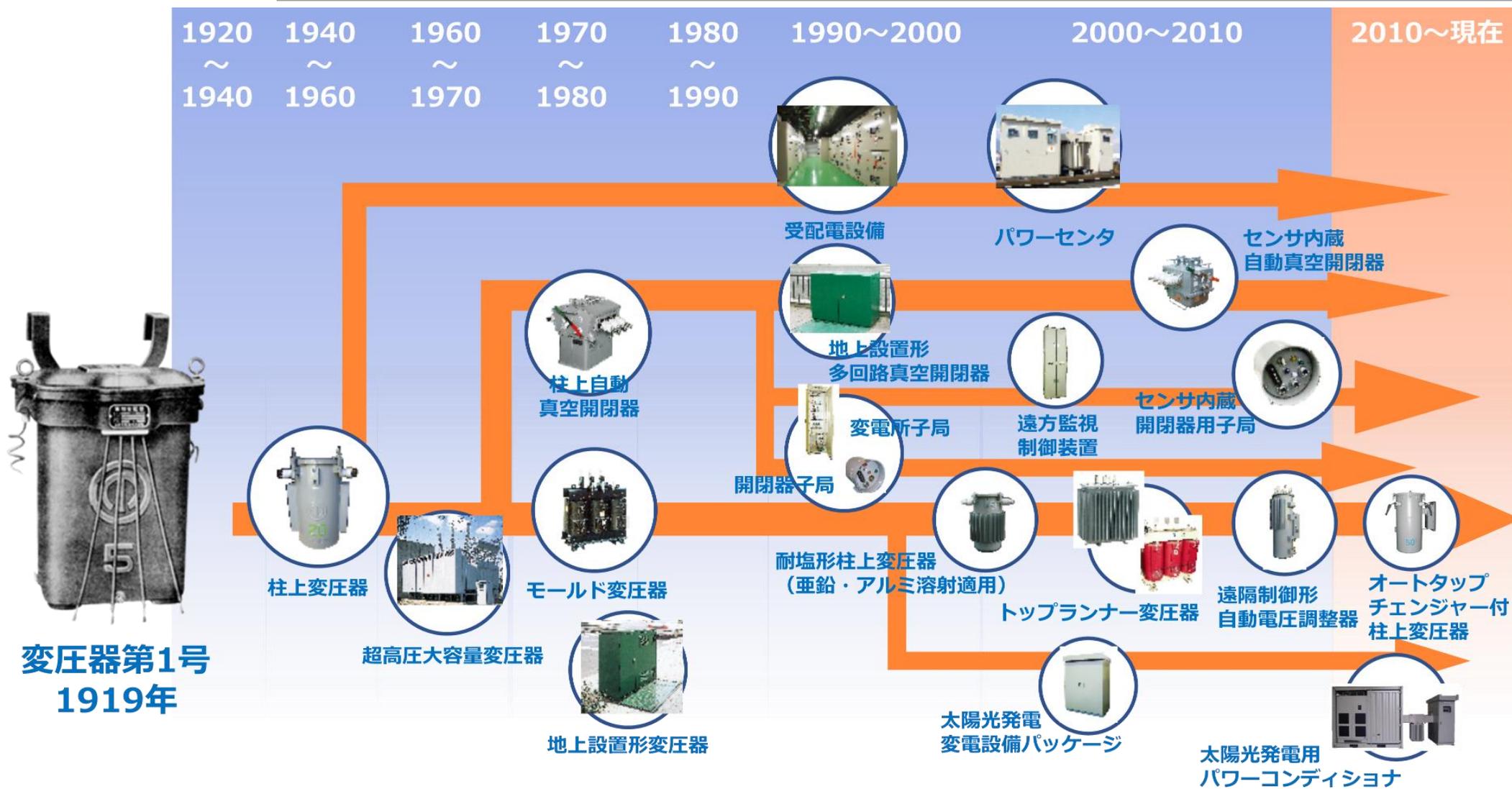
ワイヤレス 給電事業



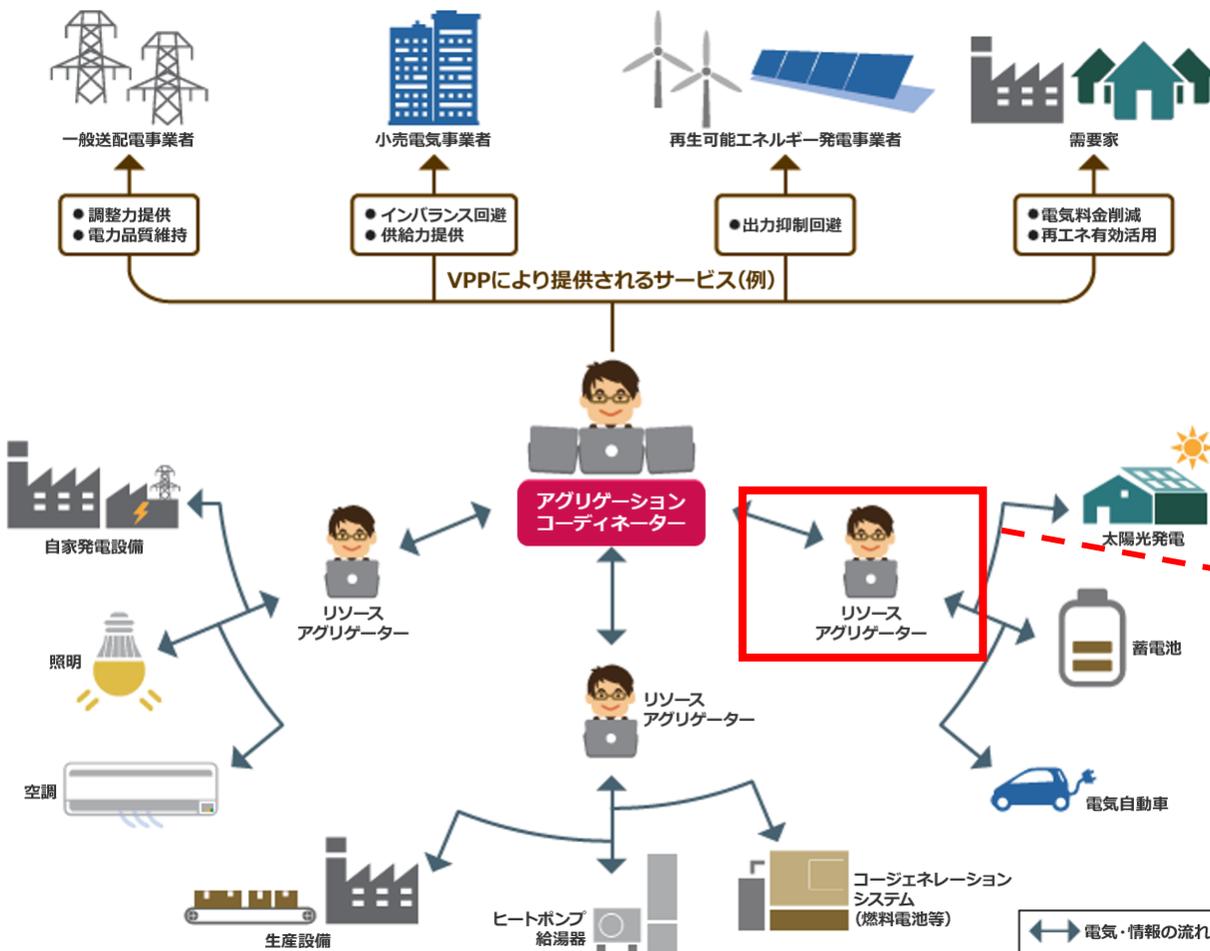
2016
[AGV用
ワイヤレス給電システム]



大正時代から日本の電力供給を支えてきた。。。。



2. VPPについて



電力系統の中に点在する太陽光発電や蓄電池、EVなどの**各機器をIoT化し、一括制御**することで、あたかも一つの発電所（**仮想発電所**）のように機能させることができる新しい需給調整の考え方。

ダイヘンは平成28年度からリソースアグリゲーターの立場で経済産業省のVPP構築実証事業に参画

出典：経済産業省 資源エネルギー庁,
バーチャルパワープラント(VPP)・デマンドレスポンス(DR)とは
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/about.html

3. ダイヘンが提案するEMS

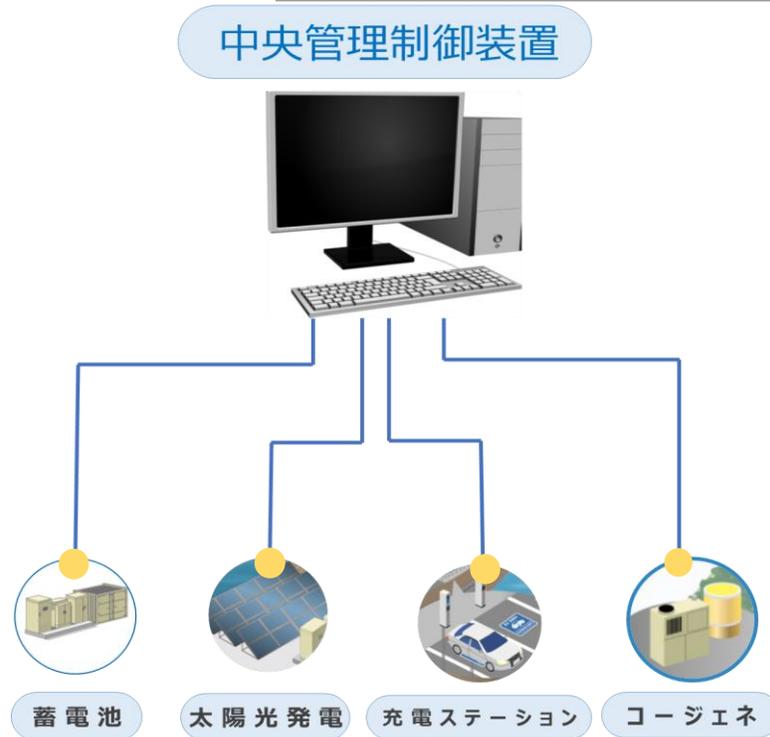
ダイヘンが提案する「自律分散協調制御技術」

Synergy@Link

高機能な中央管理制御装置なしに、**機器やシステム同士が**
協調 (Synergy) して繋がり (Link)
最適な状態に導くことができる新しい制御技術です。



従来のエネルギーマネジメントシステム



中央管理制御装置が

エネマネ機器状態を**機器ごと**に**常時監視**し、
各機器状態に応じた**機器ごとの最適指令値**を

演算し、**各機器へ送信**することにより

エネルギーマネジメントをおこなうシステム。

【課題】 システム規模が大きくなればなるほど演算量や通信量が指数関数的に増加

システム費用の増大 & システム構成が困難

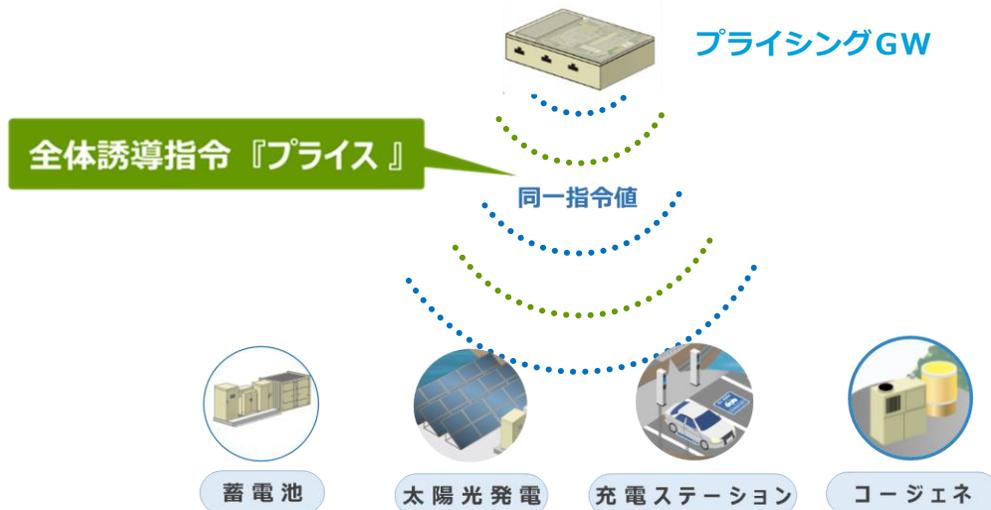
設備変化（機器増設や故障離脱）などのシステム変更が容易でない

長期運用中に発生するシステム変化のたびに上位装置の改修が必要



提案する “Synergy Link” システム

Synergy Link



汎用的な演算装置（プライシングGW：弊社製品）
が各エネマネ機器に対し**同一の全体誘導指令**
「プライス」を提示。

プライスを受け取った**各エネマネ機器**が
自律的に出力を調整することにより、
システム全体を最適な出力状態へと導くシステム。

【利点】 システム規模に関わらず**演算量や通信量の増加なし**

システム規模が大きくなるほど、システム費用を大幅削減

需要家のエネマネ機器の状態を一切管理しないため**システム拡張に伴う課題も解決**

長期運用中に発生するシステム変化に上位装置の改修が必要なし



Synergy Link 論文紹介

1. 阿久津 慧, 平田 研二, 大堀 彰大, 服部 将之, 太田 快人
出力抑制指令への対応を可能とする蓄電池併設型太陽光発電システムにおける分散型出力抑制制御の実機検証
電気学会論文誌C, Vol.140, No.8, pp.990-1000, 2020
2. 阿久津 慧, 平田 研二, 大堀 彰大, 服部 将之, 太田 快人
出力抑制指令への対応を可能とする蓄電池併設型太陽光発電システムにおけるインバータ群の分散制御
システム制御情報学論文誌, Vol.30, No.11, pp.439-448, 2017
3. Hikaru Akutsu, Kenji Hirata, Akihiro Ohori, Nobuyuki Hattori, Yoshito Ohta
Decentralized Voltage Regulation for PV Generation Plants using Real-time Pricing Strategy
IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.64, No.6, pp. 5222-5232, 2017
4. 石井 貴弥, 平田 研二, 大堀 彰大, 服部 将之, 太田 快人
実時間価格提示を利用した配電系統電圧の分散制御
計測自動制御学会論文集, Vol.53, No.2, pp.144-151, 2017
5. 阿久津 慧, 平田 研二, 大堀 彰大, 服部 将之, 太田 快人
実時間価格提示を利用した太陽光発電用インバータ群の分散制御
システム制御情報学論文誌, Vol.29, No.4, pp.1-10, 2016



なぜ Synergy Linkは容易にエネマネが可能か？

例) ミッション：ある卸業者が100万個の卵を本日中に買付けて店舗に発送すること

卸業者 = 制御装置 (上位)

養鶏業者 = エネマネ機器 (パソコンなど)

卵 = 電力

言い換えると、「制御装置」が「エネマネ機器」から決まった「電力」を集める。



従来方式の「卸業者」の場合



Synergy Link の「卸業者」の場合

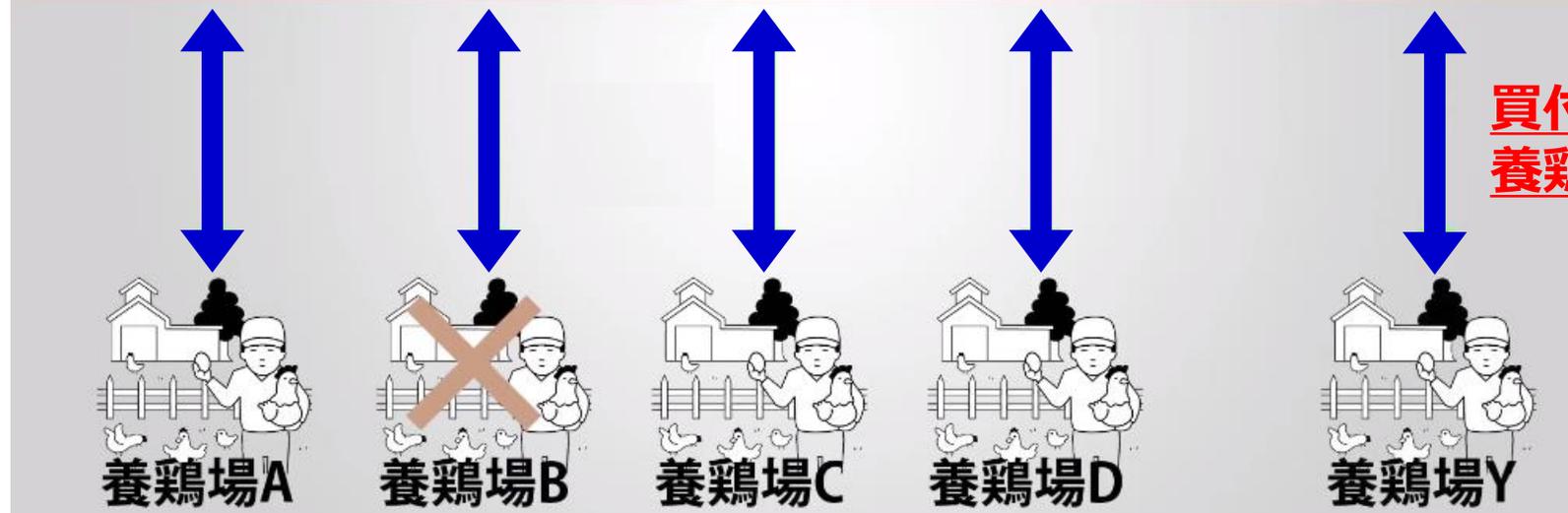


なぜ Synergy Linkは容易にエネマネが可能か？

従来方式の「卸業者」の場合



【ミッション】
本日中に100万個の卵を
買付けて発送すること



**買付け先・量の変更は
養鶏場との再交渉が必要**

- ・ 契約している養鶏場に片端から電話をし、本日中に出荷可能な卵の数量やその金額の交渉をおこなう
- ・ 養鶏場 B から配送トラックの故障で本日中に運送できないトラブルが発生
→ 他の養鶏場との再度、交渉・調整
- ・ 卵在庫を多く抱えた養鶏場 Y から特別低価格の連絡あり
→ 他の養鶏御者との購入数を再検討し、交渉・調整

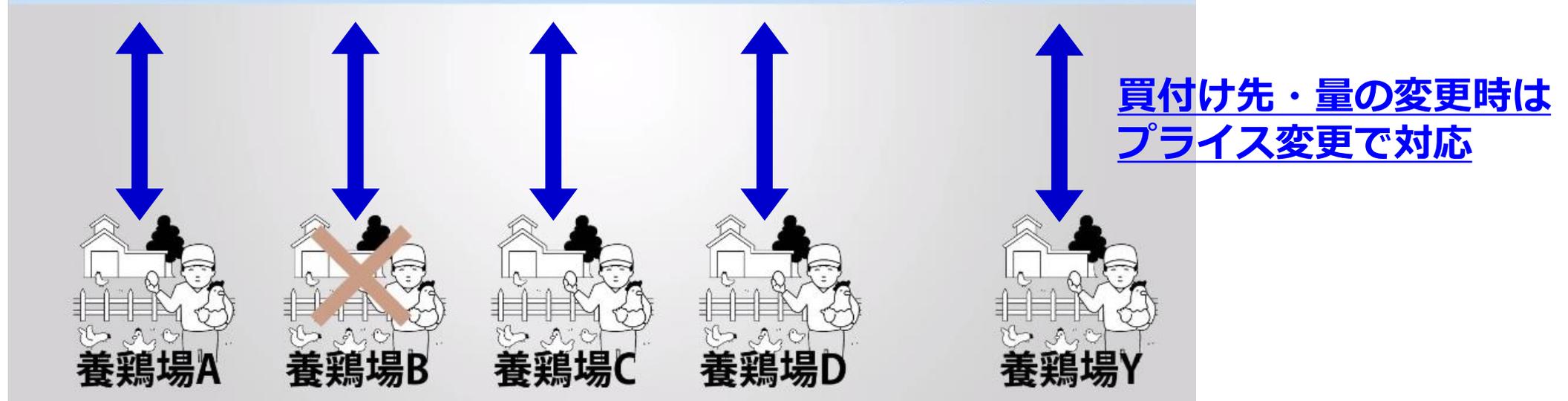


なぜ Synergy Linkは容易にエネマネが可能か？

Synergy Link の「卸業者」の場合



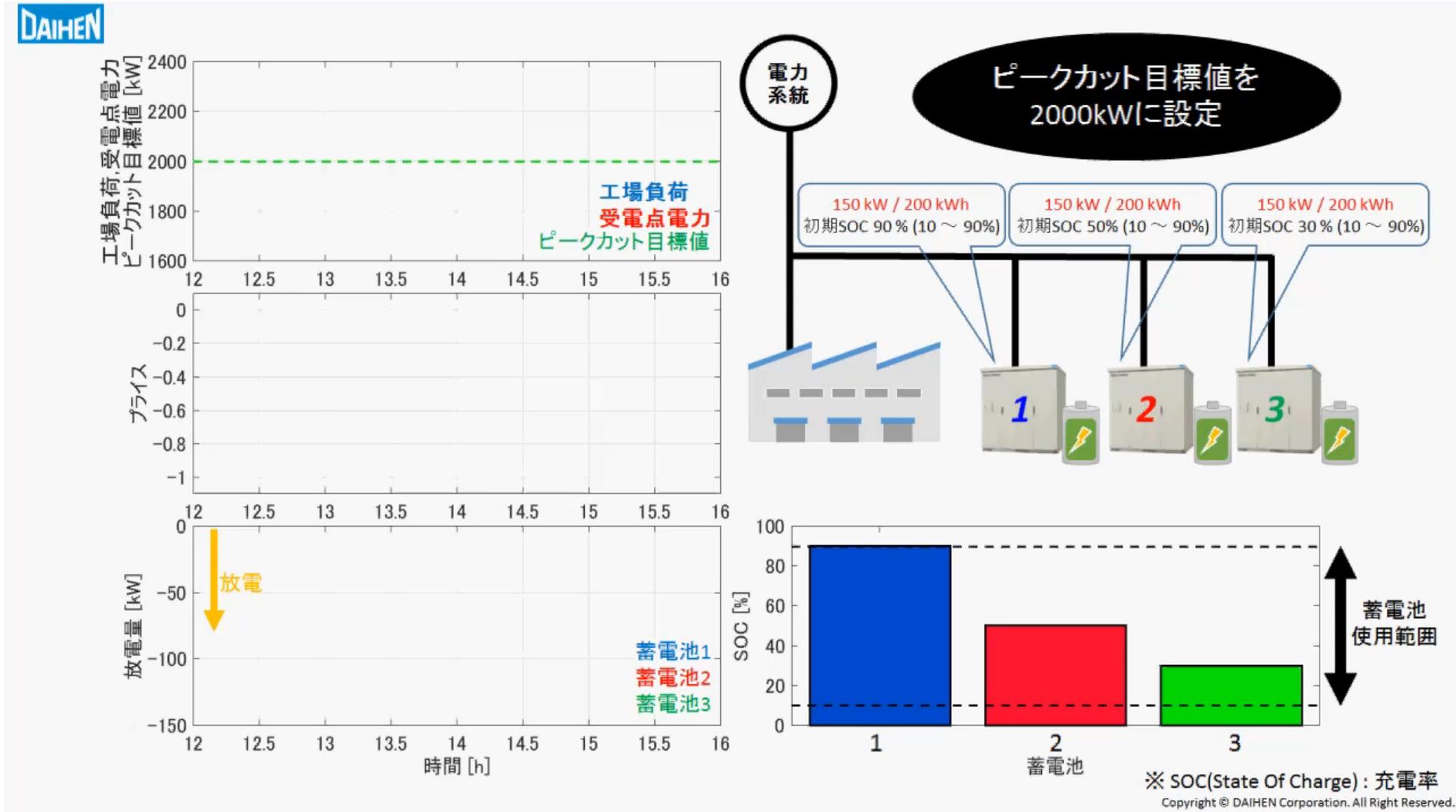
【ミッション】
本日中に100万個の卵を
買付けて発送すること



- 購入条件（価格＝卵一個あたり何円）をWebで公開
- 契約している全養鶏場はそのWebを確認、売る量を申告
- 卸業者は卵の合計個数を確認し、不足（過大）の場合は卵の金額（価格）を調整
- 養鶏場 B から配送トラックの故障で本日中に運送できないトラブルが発生
→ 卵の買付け量が減少 → 卵の金額（価格）を上げる
- 卵の在庫が発生しそうな養鶏場 Y が量を多く申告 → 卵の買付け量が増加 → 卵の金額（価格）を下げる



Synergy Linkを用いた制御例（ピークカット）



Synergy Link モジュール

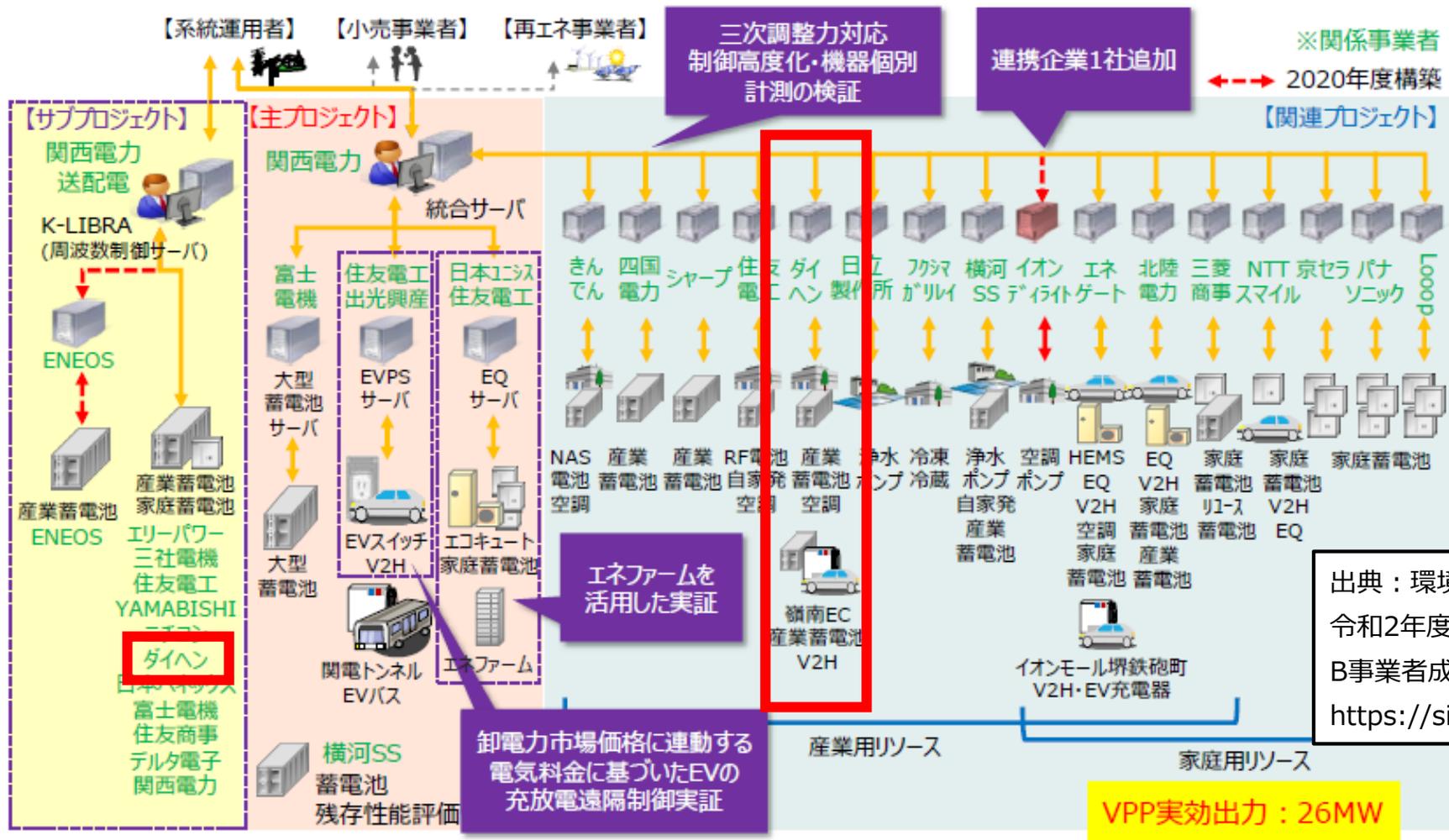
【主要H/W 機能】

外部電源					
主電源	供給電源	+12V~+24VDC ±5%	IO	供給電源	+24VDC ±5%
	消費電力	USB 未使用時 【5.5W】			
		USB 2port使用時 【11.0W】			
インターフェース					
LAN			CAN		
数量	2Port (ETH0/ETH1)		数量	1Port (CAN)	
転送速度	10BASE/100BASE		転送速度	500kbps (最大:1Mbps)	
コネクタ	RJ-45		コネクタ	XA 6pin	
USB			IO		
数量	2Port (USB0/USB1)		入力Ch	8Ch (フォトカプラ)	
転送速度	USB High Speed		電流	1Chあたり最大2.6mA	
コネクタ	USB Type A			全8Ch合計 最大20.8mA	
RS485			出力Ch	8Ch (フォトカプラ)	
数量	1Port (RS485 半二重)		電流	1Chあたり最大100mA	
転送速度	19200bps (最大:115.2kbps)			全8Ch合計 最大400mA	
コネクタ	XA 5pin		コネクタ	XA 20pin	

【外観】



4. VPP実証のご紹介

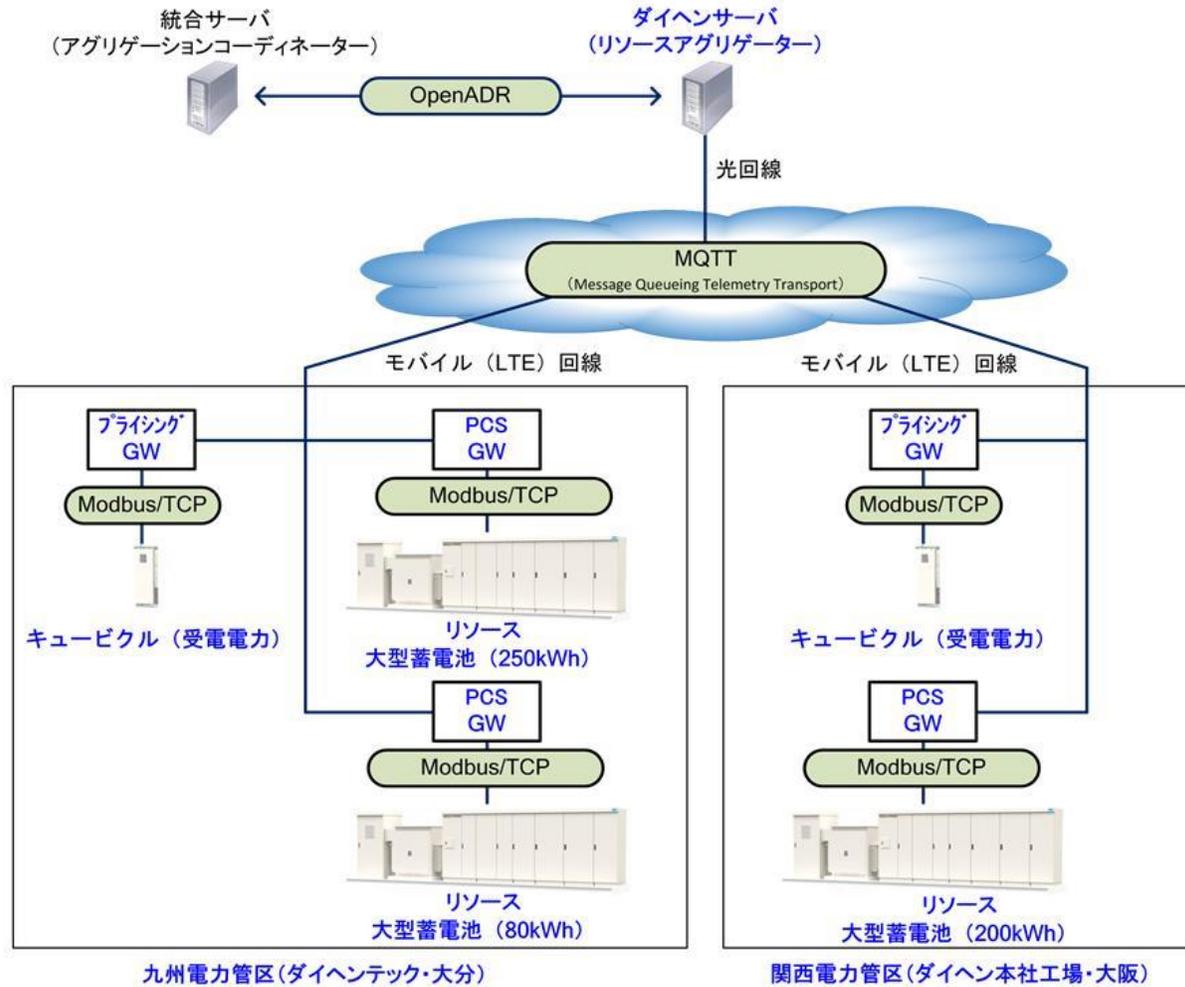


出典：環境共創イニシアチブ,
令和2年度 バーチャルパワープラント構築実証事業,
B事業者成果報告 関西電力株式会社,
https://sii.or.jp/vpp02/uploads/B1_kepco.pdf

関西電力様主催の実証に関連プロジェクトとして参画



システム構成と開発内容（平成29年度）



関西電力管区



区分	設備	備考
太陽光発電	太陽光パネル	出力:82.6kW
	パワーコンディショナ	定格出力:250kW
蓄電池	Li-ion 蓄電池	容量:200kWh
	パワーコンディショナ	定格出力:250kW
共通	連系設備	連系盤/変圧器

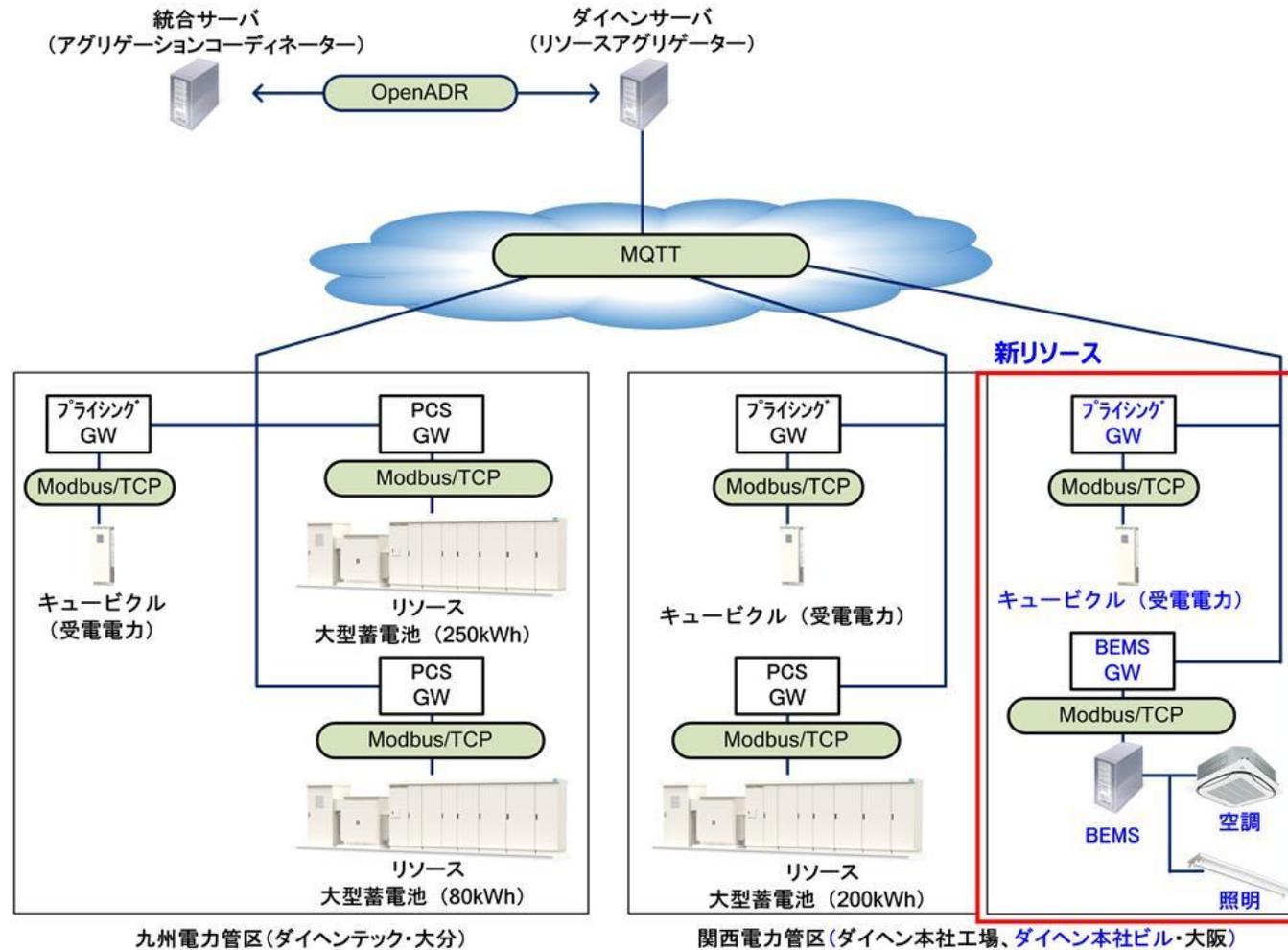
九州電力管区



区分	設備	備考
太陽光発電	太陽光パネル	出力:100kW
	パワーコンディショナ	定格出力:500kW
蓄電池①	Li-ion 蓄電池	容量:250kWh
	パワーコンディショナ	定格出力:250kW
蓄電池②	Li-ion 蓄電池	容量:80kWh
	パワーコンディショナ	定格出力:250kW



システム構成と開発内容（平成30年度）



平成30年度

【リソース管理、制御機能】

- ・蓄電池システム対応
- ・PVシステム対応
- ・BEMS (空調・照明) 対応

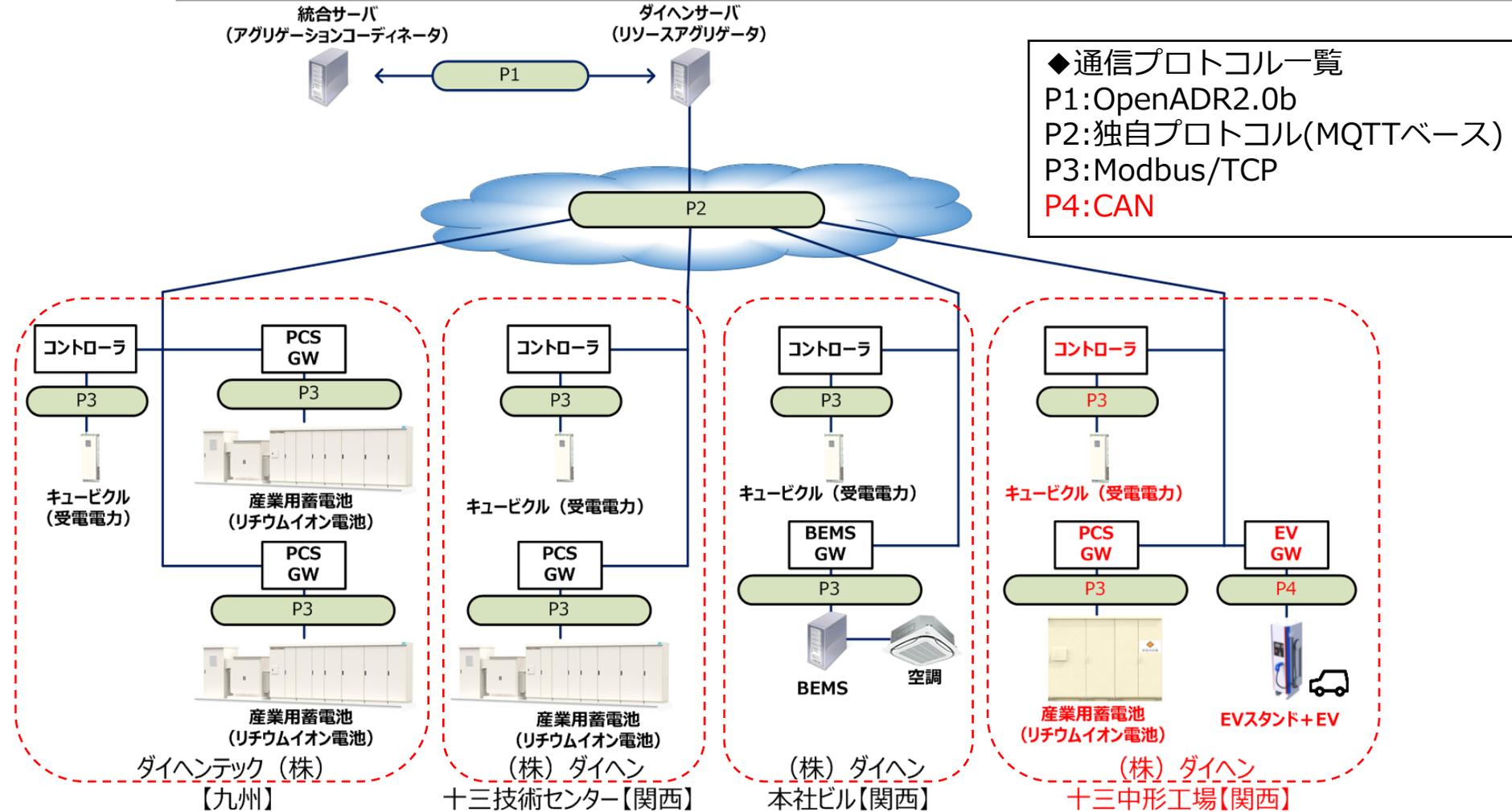
【VPPサービス機能】

- ・電源 I - b
- ・上げ下げDR
- ・二次調整力相当 (下げDR)
- ・三次調整力相当 (上げ/下げDR)
(指令値変更)
- ・複数拠点の一括調整

BEMSをVPPリソースとして追加し応答性の異なるリソースを含む実証を実施



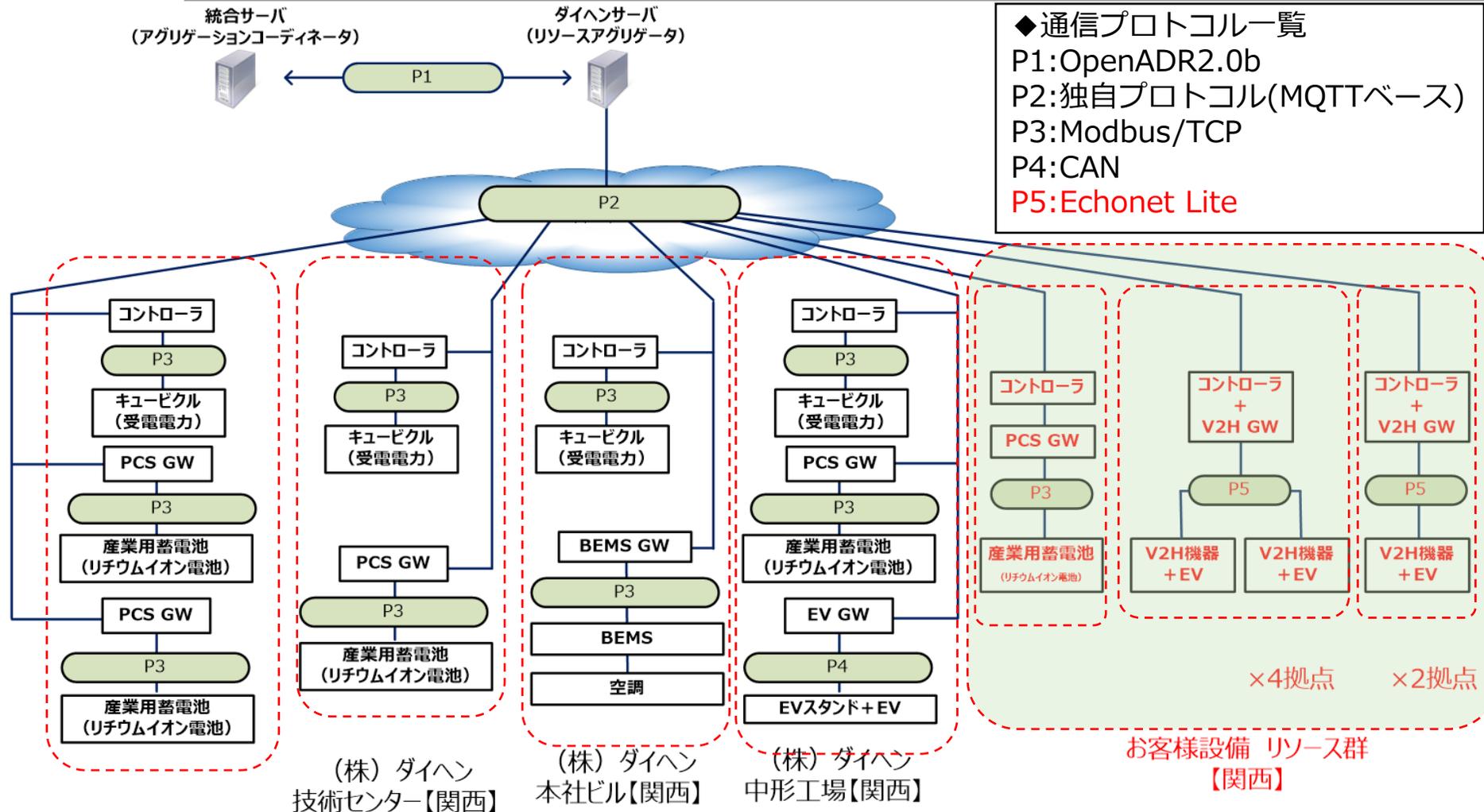
システム構成と開発内容（令和元年度）



EV/PHEV をVPPリソースへと活用するため、V2XシステムのVPP対応機能を開発



システム構成と開発内容（令和2年度）



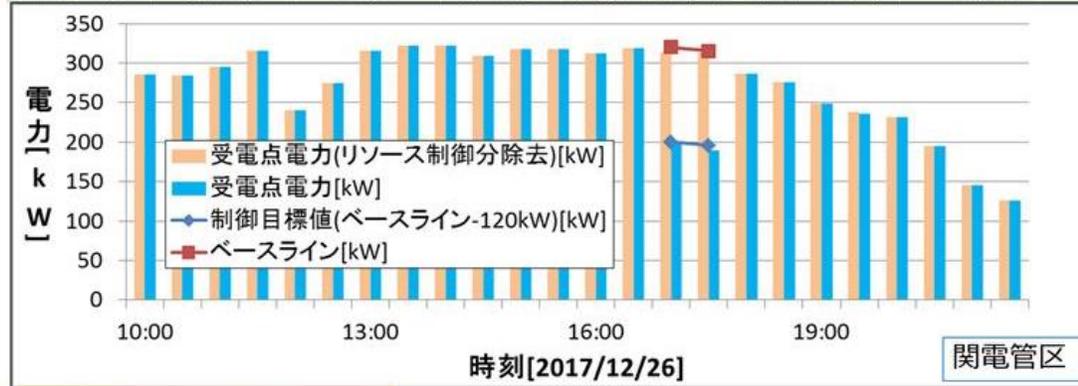
システム構成にV2H機器を追加し、Echonet Liteにも対応したVPP対応機能を開発



実証結果 (例:平成29年度)

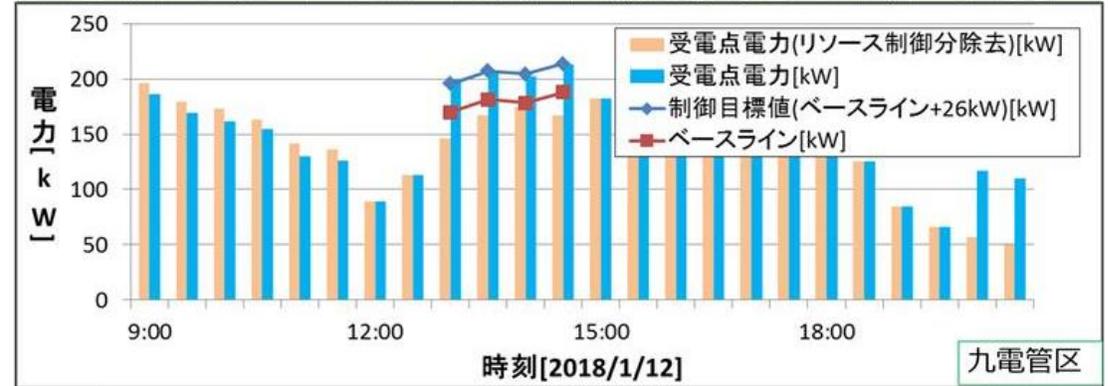
下げDR

調整依頼	開始時刻	終了時刻	調整量	採用ベースライン	達成率
下げDR	17:00	18:00	120kW	High4of5(当日調整あり)	98.8%



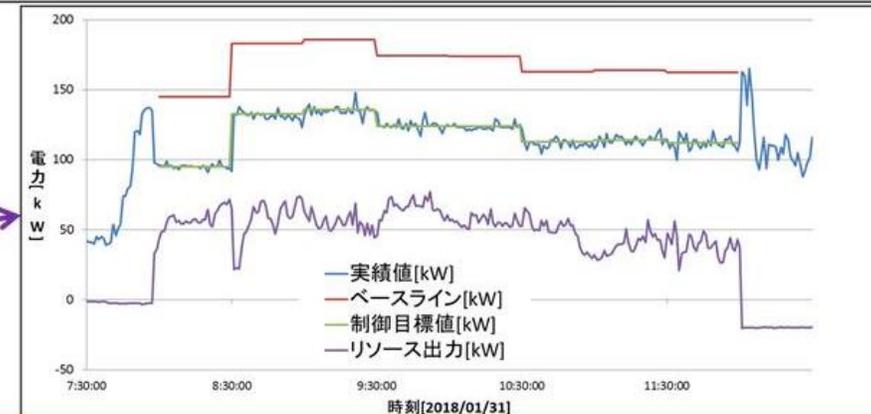
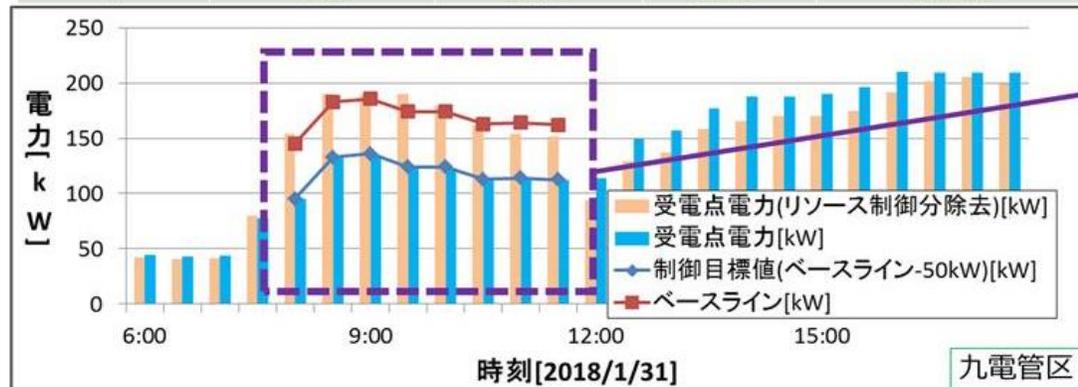
上げDR

調整依頼	開始時刻	終了時刻	調整量	採用ベースライン	達成率
上げDR	13:00	15:00	26kW	High4of5(当日調整無し)	101.9%



電源I-bメニュー

メニュー	開始時刻	終了時刻	調整量	達成率
A	8:00	12:00	50kW	101.2%



「高度制御に関わる要件 (制御率100±10%)」
を十分に満たす精度で制御できることを確認



実証結果 (例:平成30年度)

九州エリア拠点

拠点制御目標値

拠点デマンド

蓄電池出力

蓄電池の制約にかかり出力停止

関西エリア拠点

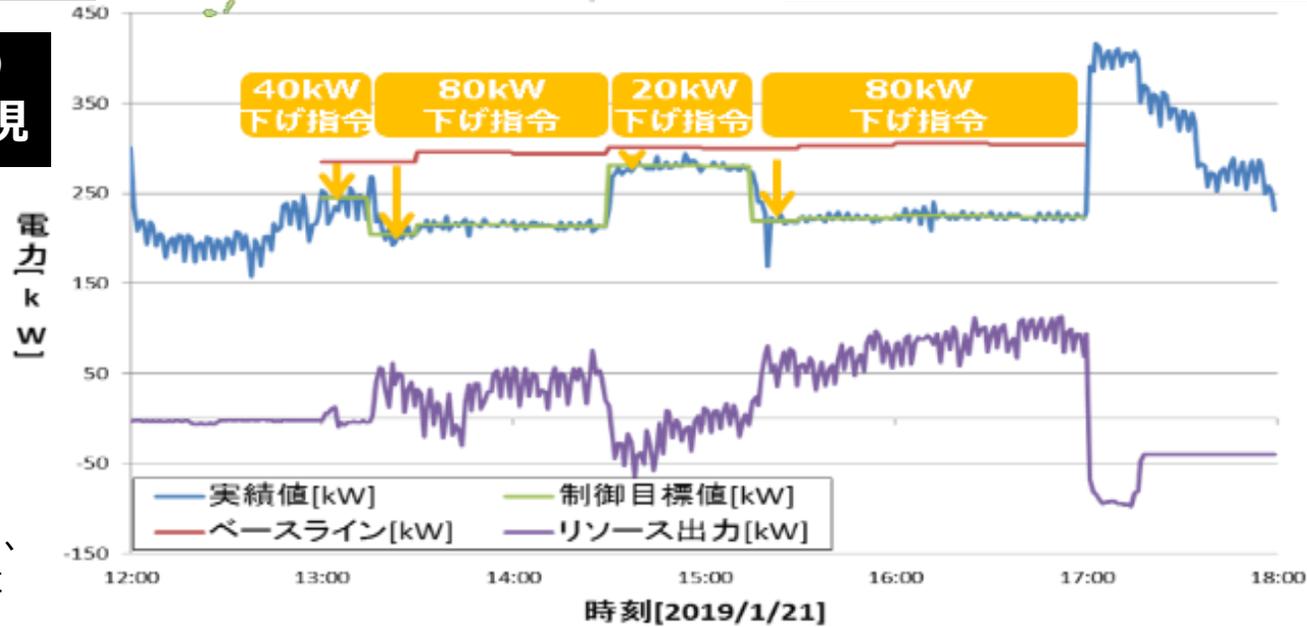
拠点制御目標値

拠点デマンド

蓄電池出力

九州の不足分を関西でカバーしよう出力制御

仮想的に統合したエネルギーの
デマンドレスポンス・VPPを実現

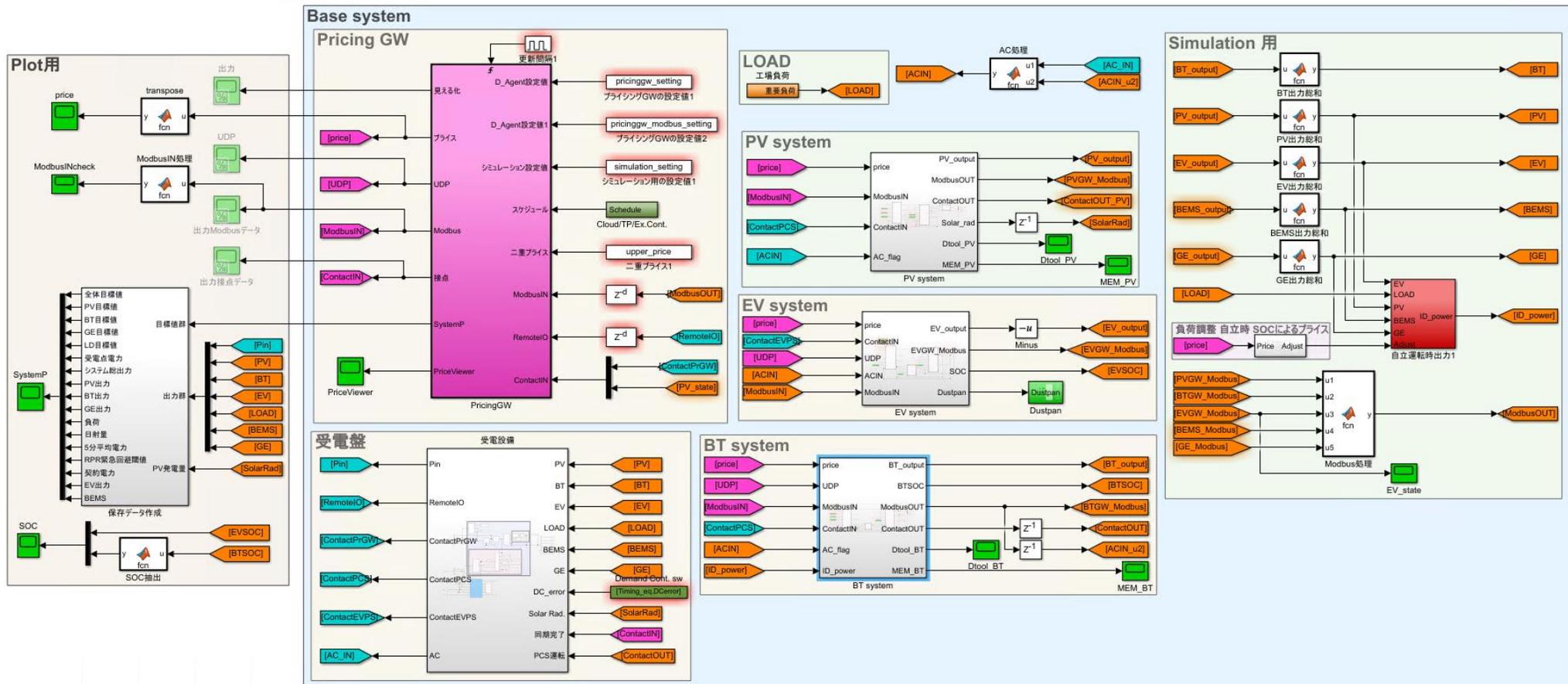


※ 本結果は技術的な実証であり、
電力契約等は別途検討が必要

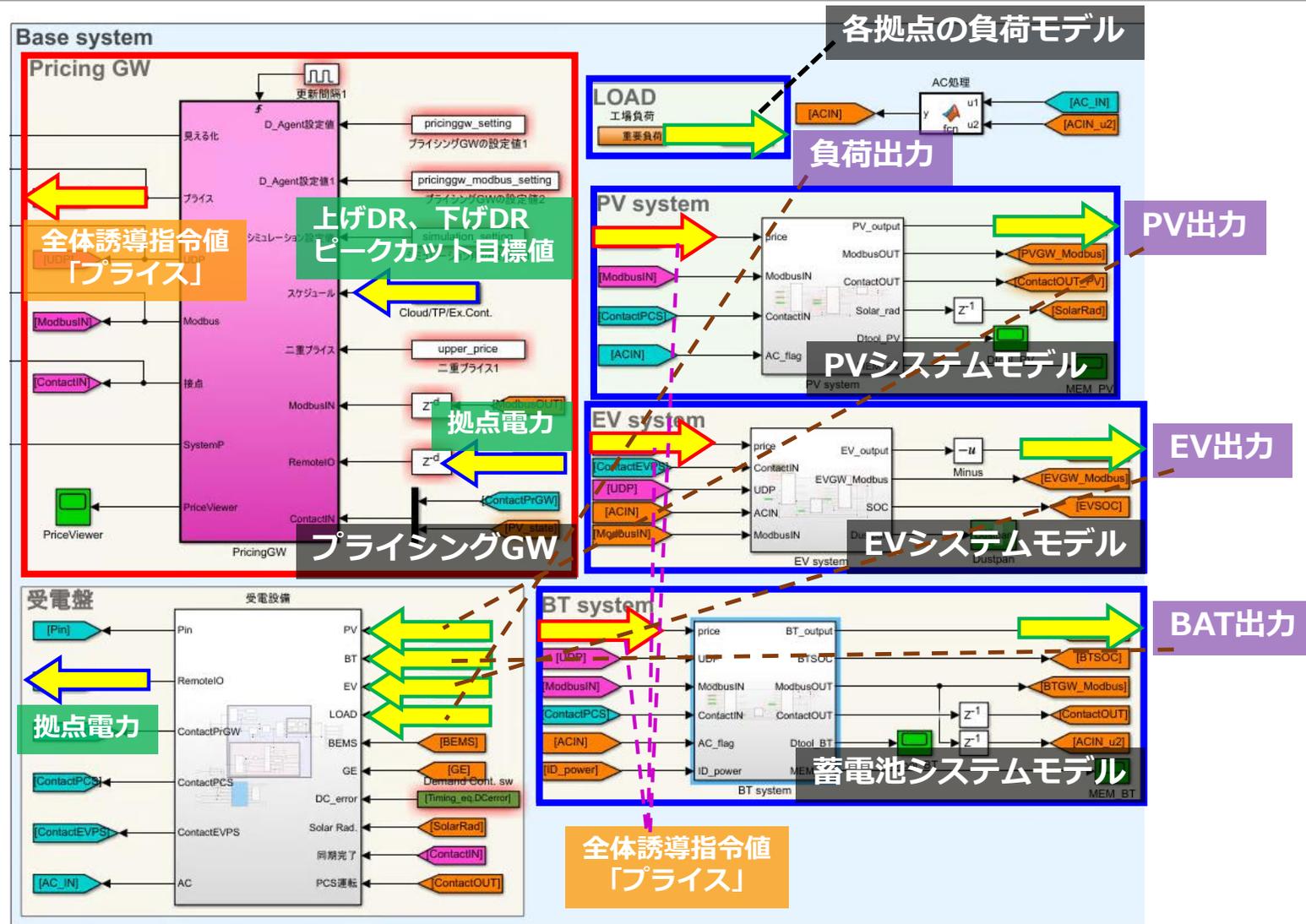


5. ダイヘンでのMBD

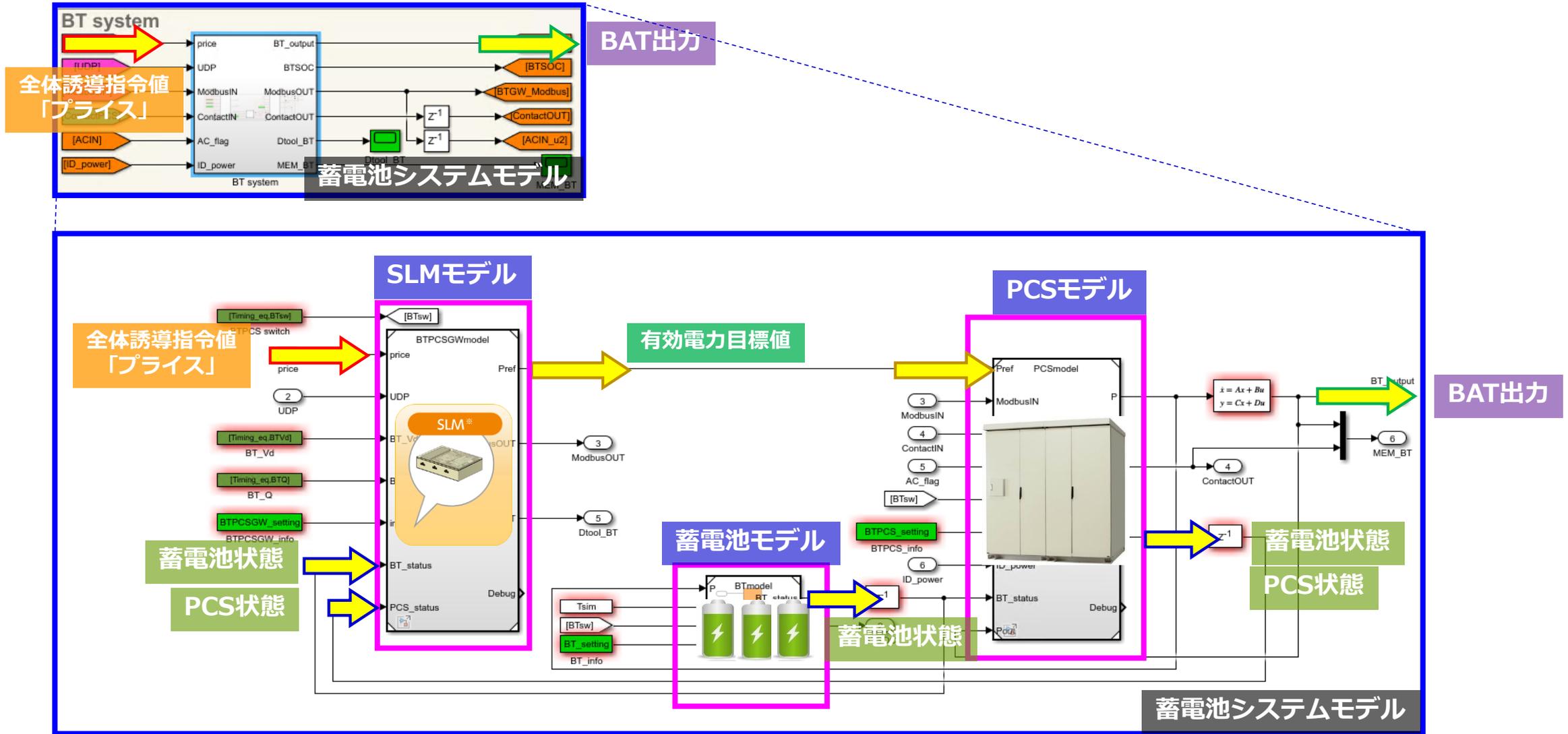
VPPを実現するEMS(Synergy Link)のベースモデル



Synergy Linkのベースモデル

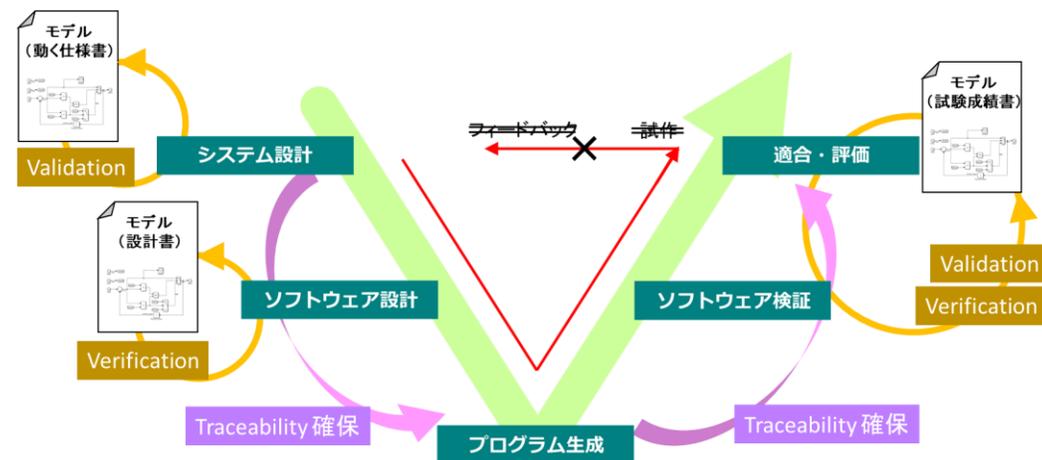


蓄電池システムモデル



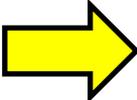
MBDを採用したメリット

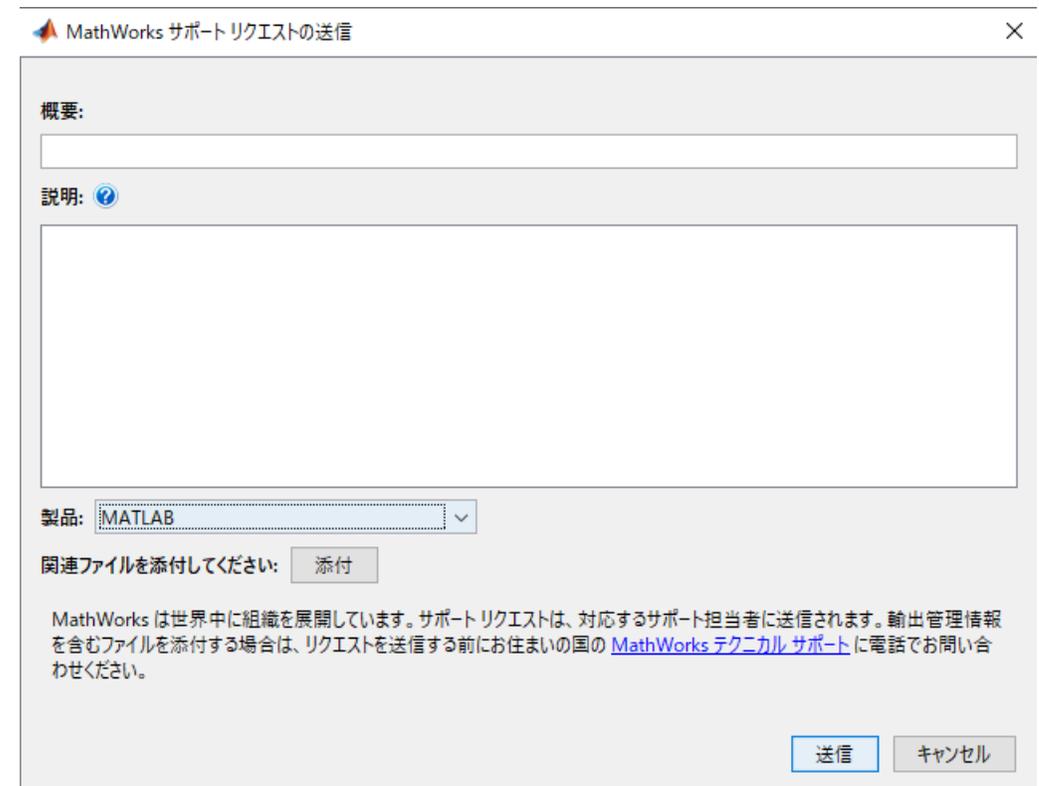
1. VPPやEMSをシステム設計する際、システム規模が大きくハード構築が不可
⇒ ハード構築なしでシステム設計が可能
2. システム設計の段階からシミュレーションにて全体の動作が確認可能
⇒ 総合評価後の後戻りがなくなり開発工数を大幅削減
3. システム設計の各工程での共通の仕様書として活用可能
⇒ シミュレーションモデル = 「システム設計書」「ソフトウェア設計書」「試験成績書」
4. 設計したモデルは設計資源として蓄積可能
⇒ 新しいVPPシステムを構築する際、設計済みのモデルを再利用可能



MBDを採用したデメリット

1. 従来の開発プロセスと比較すると、シミュレーションモデルを設計する工数追加
 - ⇒ モデル作成するために技術の習熟に時間がかかる
 - ⇒ 開発対象のモデル(制御モデル)とは別に、制御される対象モデルも設計する必要あり
 - ⇒ **MBDの技術を持つ技術者育成が必要**

 **Mathworksテクニカルサポートの活用**



MathWorks サポートリクエストの送信

概要:

説明: ?

製品: MATLAB

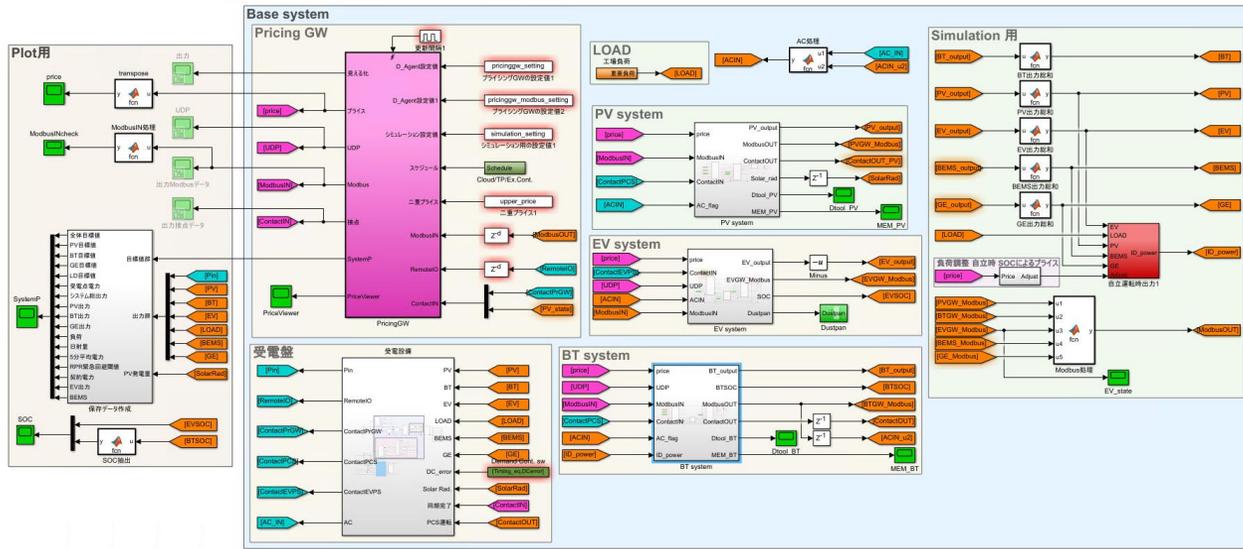
関連ファイルを添付してください: 添付

MathWorks は世界中に組織を展開しています。サポートリクエストは、対応するサポート担当者に送信されます。輸出管理情報を含むファイルを添付する場合は、リクエストを送信する前にお住まいの国の [MathWorks テクニカル サポート](#) に電話でお問い合わせください。

送信 キャンセル



MBDの開発以外の活用



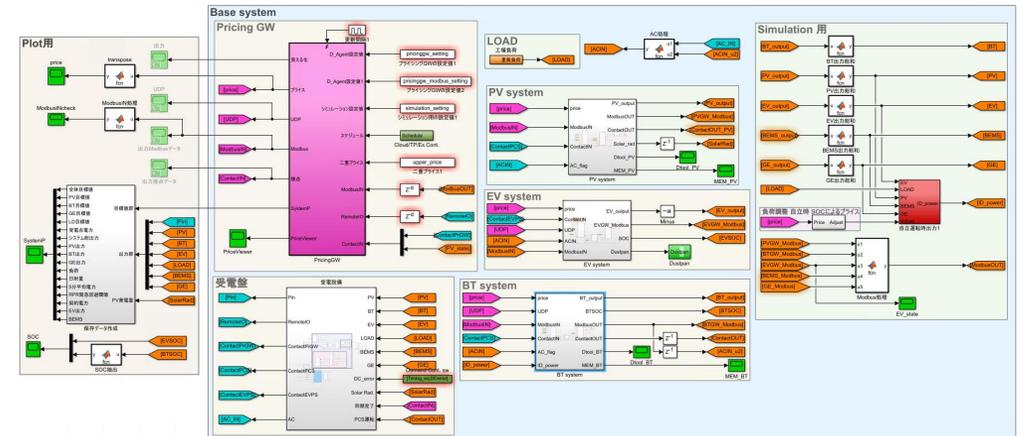
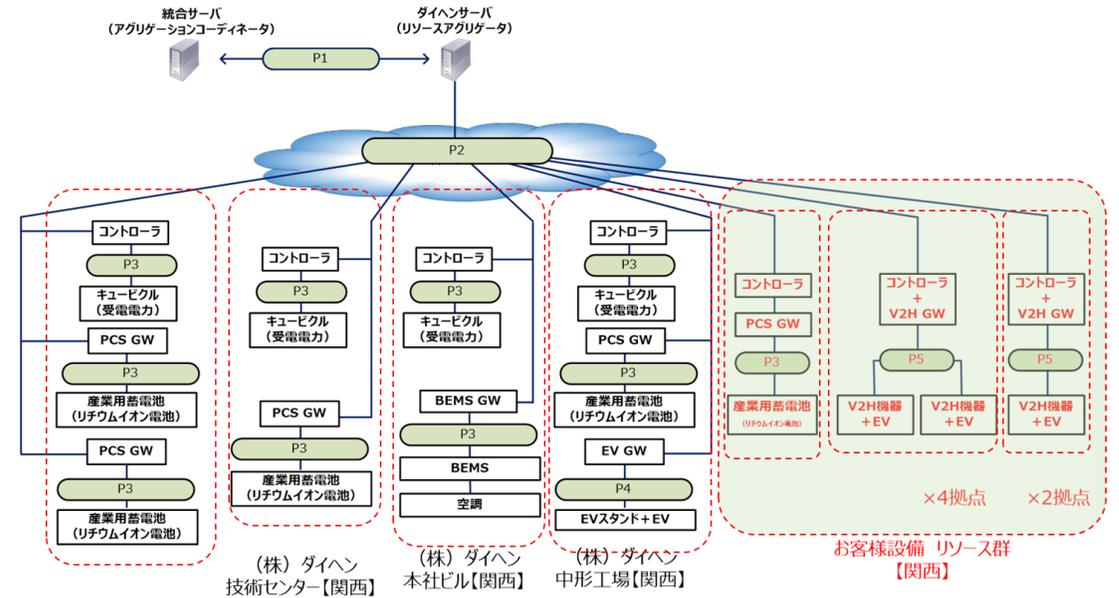
- 営業活動 : システム提案
- 運用サポート : エネルギーの有効活用提案



6. まとめ

<本講演の内容>

1. 会社概要
2. VPPについて
3. ダイヘンが提案するEMS
【 Synergy Link 】
4. VPP実証のご紹介
5. ダイヘンでのMBD



ご清聴ありがとうございました

ご意見やご質問がありましたらご連絡お願いいたします

a-ohori@daihen.co.jp

