LONMARK SESSION 2019 東京

主催
特定非営利活動法人　LONMARK JAPAN
一般社団法人　日本 KNX 協会

VGI（Vehicle Grid Integration）に関する最新動向

一般社団法人
エネルギー総合工学研究所
特任参事
新谷 隆之

VGI（Vehicle Grid Integration）に関する最新動向

2019年11月21日

一般財団法人エネルギー総合工学研究所

新谷　隆之

本日お話しさせていただく内容

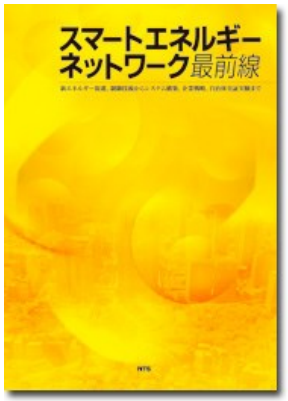
1. 自己紹介
2. VGIとは
3. V2Gの現状
4. カリフォルニア州VGIプロジェクトとOVGIP

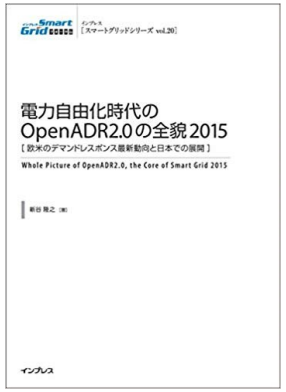
1．自己紹介

~2009年：日本ユニシス株式会社

2009年~：インターテックリサーチ株式会社　新谷 隆之

- 欧米でのスマートメーター/スマートグリッド標準化動向調査
- 欧米でのスマートコミュニティおよびその社会インフラ動向調査　等





【インターテックリサーチ株式会社】
http://www.itrco.jp
【ブログ】
http://www.itrco.jp/wordpress/

2011年~：エネルギー総合工学研究所

- スマートコミュニティ４地域実証の予算枠で海外DRプログラム実施状況調査
- スマートハウス・ビル標準・事業促進検討会事務局補佐として、DR-TFに参加
- DR／VPP構築実証でも補助金執行団体として参加
- 昨年度VPP構築実証の予算枠でV2G調査実施　➡　**本日の話題の中心**

2014年~：日本KNX協会事務局

EVとは

東京モーターショー2019

~主役はEV、注目は無料で楽しいフューチャーエキスポ~

各紙のタイトルを比べると、読売は「**新型EV続々**、国内市場視野、普及は未知数」朝日は「**日系メーカーEVずらり**、超小型・SUV…国内普及期待」。毎日も「**EVシフト各社注力**」。さらに産経も「**EV**・自動運転続々と実用化、電池コスト・収益化課題」などと、電気自動車（EV）に焦点を絞った内容が際立つ。

Response.jp 2019年10月24日付

An electric vehicle, also called an EV, uses one or more electric motors or traction motors for propulsion.　＜途中省略＞
EVs include, but are not limited to, road and rail vehicles, surface and underwater vessels, electric aircraft and electric spacecraft.
＜以下省略＞

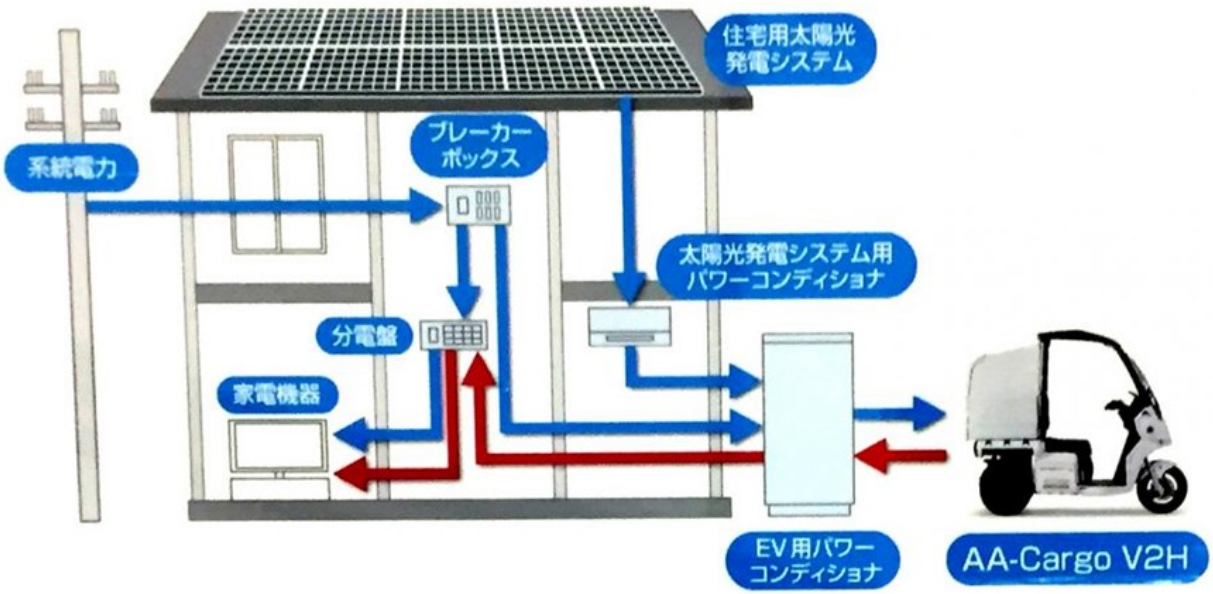
Wikipedia

■ V2Hとは

電気を溜めて供給する、“走る蓄電池”の電動3輪スクーター「AA-Cargo V2H」

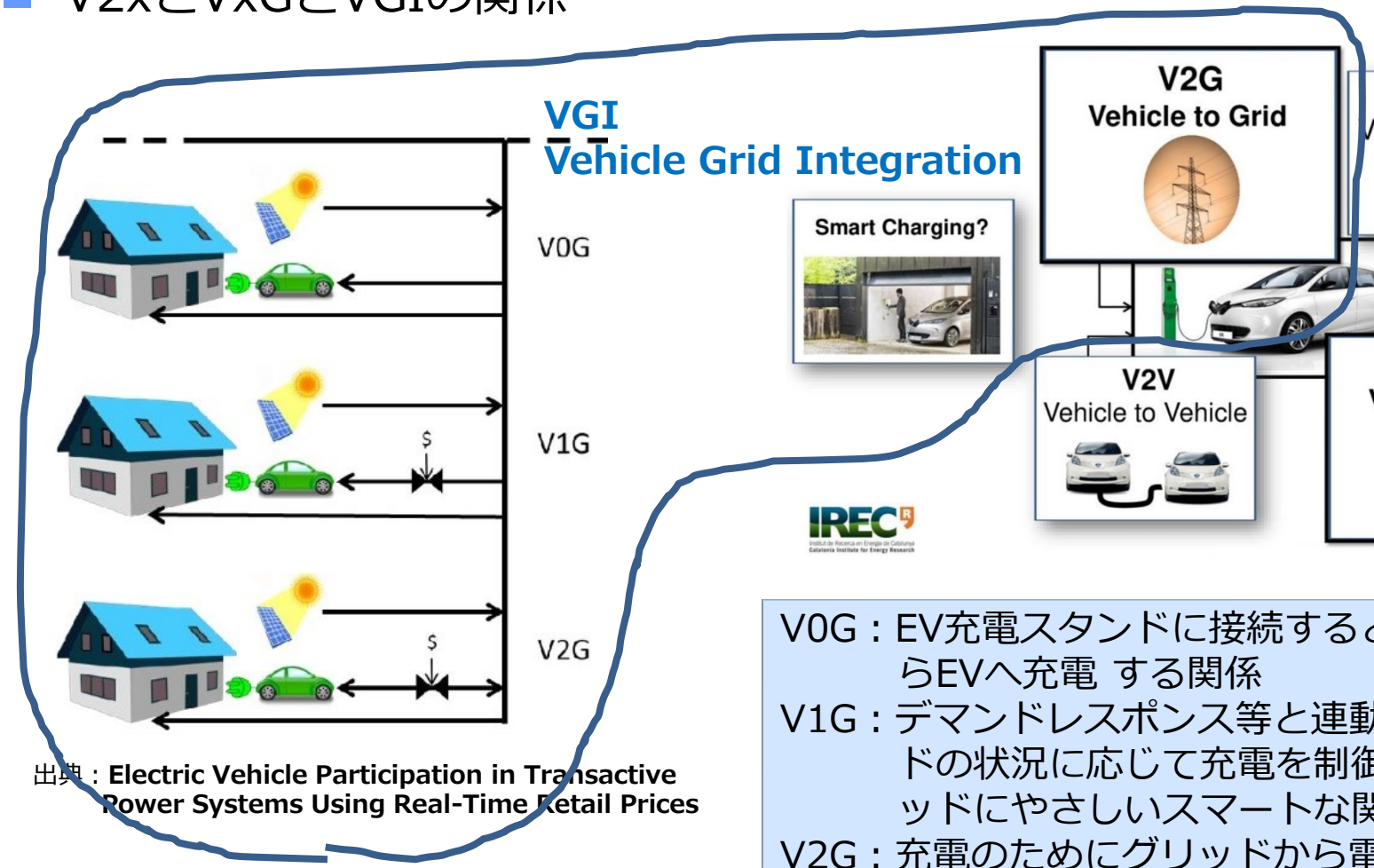
フロント1輪＆リア2輪のルーフ付き3輪EV「AA-Cargo」に、車載のバッテリーに貯めた電気を外部に供給するシステム「**V2H**（ビークル・トゥ・ホーム）機能」を付加したモデル。屋外でも自宅でも、いつでもどこでも電気が使用できるのがポイントだ。

Motor-Fan 2019年10月28日付



V2H（Vehicle to Home）：EV等の電力を家庭用の電力供給源として利用すること

■ V2xとVxGとVGIの関係



出典：**Electric Vehicle Participation in Transactive Power Systems Using Real-Time Retail Prices**

V0G：EV充電スタンドに接続するとグリッドからEVへ充電 する関係

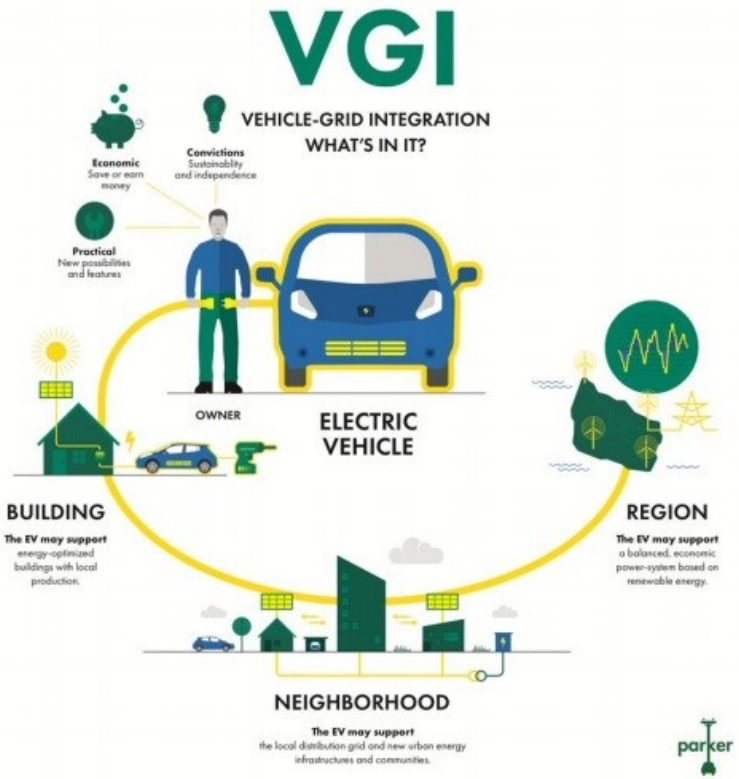
V1G：デマンドレスポンス等と連動して、グリッドの状況に応じて充電を制御する、グリッドにやさしいスマートな関係

V2G：充電のためにグリッドから電力供給を受けるばかりでなく、電力不足の場合は、EVからグリッドに電力を供給する関係

VGIの定義

- **Grid Integration**は、系統連系／系統との統合ということで、従来も風力発電の系統連系（Grid Integration of Wind）のように使われている

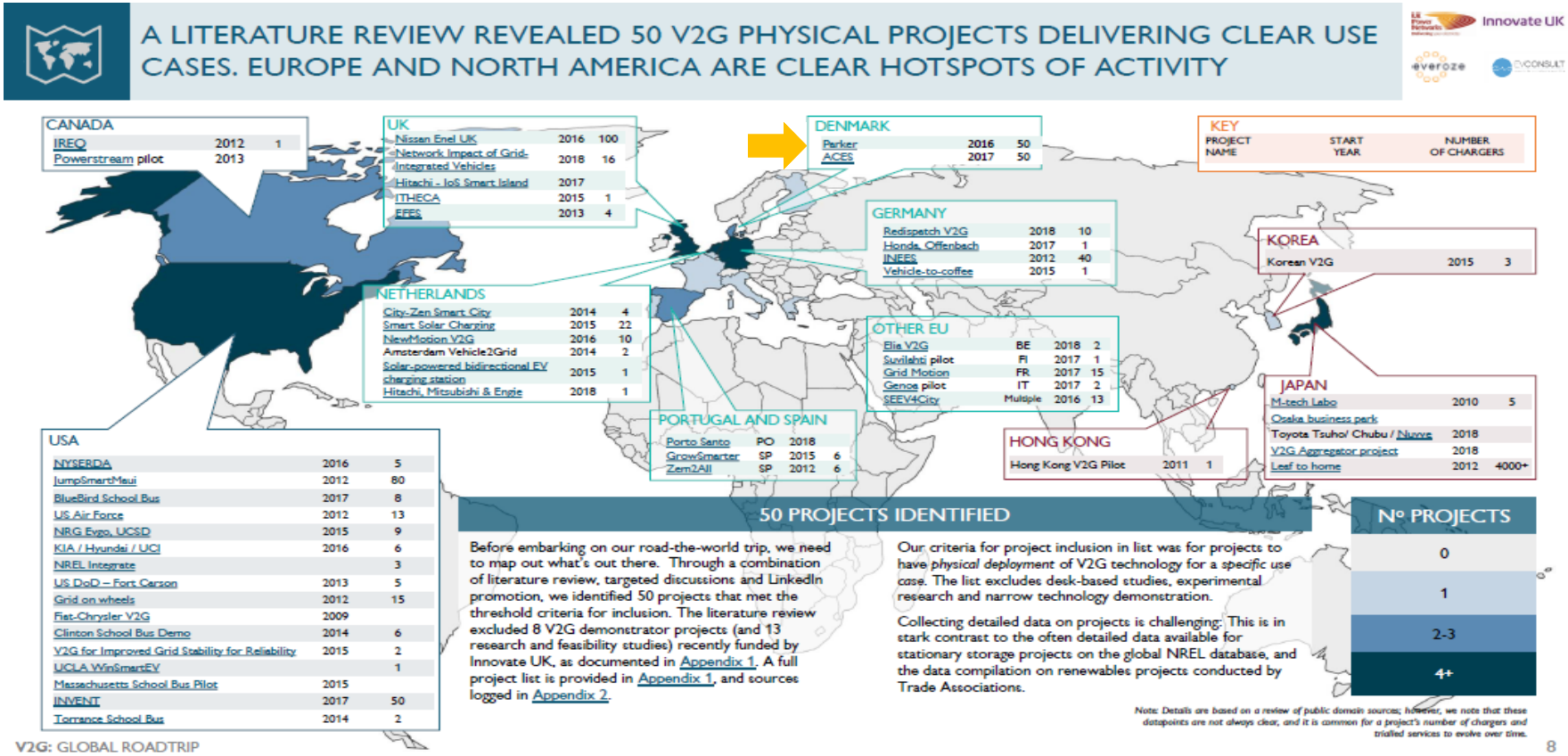
- 米国ローレンスバークレイ国立研究所では、系統運用に関して以下の目的でEVを利用することを総称してVGI（Vehicle-Grid Integration）と定義している
  1）系統のピーク負荷時にDR（デマンドレスポンス）資源としてEVのエネルギー貯蔵能力を利用し、充電時間や充電レートを調整する（スマートチャージ）
  2）EVのエネルギー貯蔵能力を利用して、より多くの再生可能エネルギーの系統への導入を支援する
  3）周波数調整のようなアンシラリーサービスにEVのエネルギー貯蔵能力を利用する
  4）EVのエネルギー貯蔵能力を利用して送電線・配電線の混雑を軽減する



- VGIは、EVのエネルギー貯蔵能力の利用の仕方に基づいて、以下のように区別される：
  1）V1G：1方向（EVへの充電）のみを制御
  2）V2G：双方向（EVへの充電およびEVからの放電）を制御

■ 本当にV2Gをビジネスとして成功させている事例はあるのか？

V2Gプロジェクトを調査したところ、2018年10月時点で50もの実証事業があることが判明



出典：http://everoze.com/app/uploads/2019/02/UKPN001-S-01-J-V2G-global-review.pdf

➡ この中で実際にV2Gをビジネス的に成功させたプロジェクトとしてデンマークのParkerプロジェクト

本当にV2Gをビジネスとして成功させている事例はあるのか？

- Parkerプロジェクト概要
  - 商業用車両（EV）を営業外時間（夜間・休日）に電力系統に接続し、需給調整市場に参加
  - アグリゲーターからの指令により商業用車両の充放電を実施
  - 需給調整市場より対価を得る

Frederiksberg Forsyning社 - 世界初の完全商用V2Gハブ

parker Frederiksberg Forsyning - Worlds First Fully Commercial V2G Hub

- Utility company – domestic gas, tap water, district heating and sewage
- Approximately 100.000 Residents
- Part of greater Copenhagen

- 10x Nissan eNV200 electric Vans
- 10x ENEL V2G units (bidirectional 10 kW)
- Used mainly for maintenance and service tasks.
- Driving usage hours = Work day 07:00 – 16:00
- Frequency Regulation 16:00 – 06:00 weekdays; 2X 24 hours weekends

Participants:

Customer	Aggregator Project Leader	Cars	Charging Stations	BRP	TSO
Frederiksberg Forsyning	NUVVE	Nissan	enel	NEAS ENERGY	ENERGINET

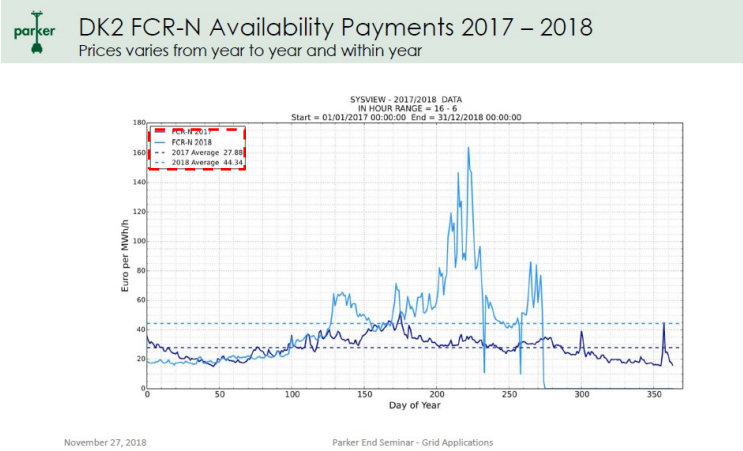
November 27, 2018 Parker End Seminar - Grid Applications

出典：http://parker-project.com/parkers-vehicle-grid-integration-summit-was-sold-out-when-v2g-results-were-presented/

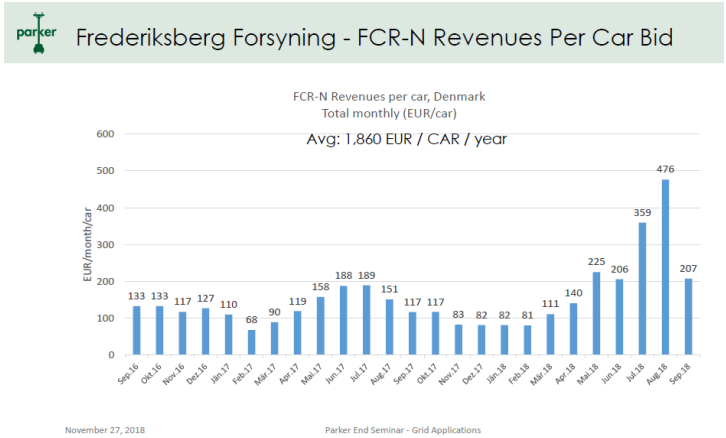
■ 本当にV2Gをビジネスとして成功させている事例はあるのか？

● パーカープロジェクトからの報告

DK2 FCR-Nの利用価格2017 - 2018
価格は年々、そして年内でも変動



Frederiksberg Forsyning社
自動車入札あたりのFCR-N収入



出典：http://parker-project.com/parkers-vehicle-grid-integration-summit-was-sold-out-when-v2g-results-were-presented/

- 価格は日によって変化
- 2018年は2017年と比較し、高価であった
  2017年平均：27.88€/MWh
  2018年平均：44.34€/MWh

【補足】
FCR-N（Frequency Containment Reserve for Normal Operation）：通常動作用の周波数抑制リザーブ
DK2：参加した市場

・月別の1台あたりの収入
・年平均すると1,860ERO/台/年（約24万円）

市場価格に影響されるものの、これだけの収入を得る可能性を秘めている

■ 本当にV2Gをビジネスとして成功させている事例はあるのか？

● パーカープロジェクトのビジネスモデル検証

- フレデリクスバーグフォーシンニング社はデンマークのガス・水道等を扱うエネルギー会社
- 自社業務車両（日産eNV200、バッテリー容量24kWh）と充放電スタンド（10kW）を10台保有
- 使用していない時間（平日夜間＋休日）にV2Gに参加させ、市場より収入を得る
- 平日の運行パターンは基本的に7時～16時と定まっているため、V2Gとして利用できる時間帯が明確（平日：16時～翌日6時の14h、休日：24h　の時間をV2Gに参加）

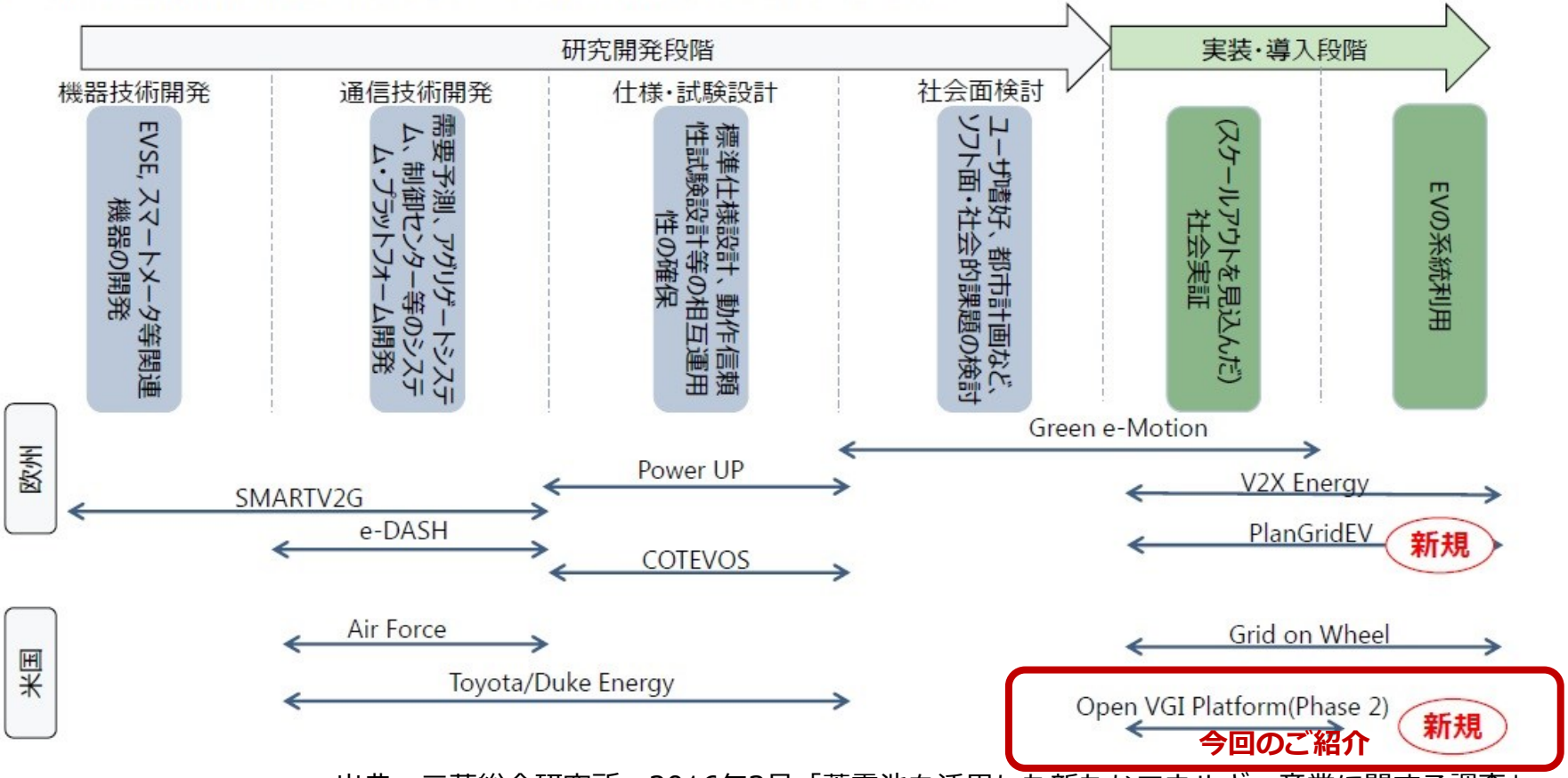
- 本プロジェクトは、実証事業といいながら、EVにもEV充放電気にも投資していない
- デンマーク国営の送電事業者Energynet.dkからForskEL研究費という形で日本円にして億単位の補助金が投入されている
- EVの車載バッテリーの充放電を制御するVPPシステムも、本プロジェクトのリーダーであるNuVve社の製品を利用しており、その開発費用が計上されていない？

すなわち、

この収支報告はビジネスとしての諸々の初期費用を抜いた単年度収支結果でしかない

他にV2Gをビジネスとして成功させられそうな事例はないか？

- 米国・欧州においてはV2Gに関する研究・開発プロジェクトや、実証プロジェクトが各種行われている。
- V2Gプロジェクトには、その関連機器・インターフェース・システムの開発・設計に取り組むものと、社会実装を通じたデータ収集に取り組むものがある。
- 米国・欧州におけるV2Gプロジェクトを、その主要目的に応じてマッピングした。



出典：三菱総合研究所、2016年3月「蓄電池を活用した新たなエネルギー産業に関する調査」

■ カリフォルニア州で実施されたVGIプロジェクトの特徴

CPUC（州公益事業委員会）の主導によりVGIプロジェクトが2013年に始まり、

プロジェクトマネジメントの立場でEPRI（米国電力中央研究所）が参加して、

同じくプロジェクトに参加する系統運用者（CAISO）、電力会社（PG&E、SCE、SDG&E等）や多くの自動車メーカーと連携しながら実証実験が行われている。

1) オープンなV1G/V2Gプラットフォーム（Open VGI Platform：OVGIP）仕様の開発と実証が行われている

2) このプロジェクトを担当するグループの正式名称は「Vehicle-Grid Integration (VGI) Communication Protocol Working Group」で、EVと系統との連系に関する通信プロトコルを詳細に評価・検討している

3) BMW、Fiat Chrysler、Ford、GM、Honda、Lucid、Mercedes Benz、Nissan、Porsche、Audi、Volkswagenと、欧米だけでなく日本の自動車メーカーも入っており ChaDeMo規格も含め、現在および今後V1G/V2Gに使われそうな広範なプロトコルを評価検討している

4) いきなりV2Gに入らないでEVのユースケースを列挙し、優先順位に沿って、制度設計と並行して開発・実証を進めるという堅実な方法をとっている

1) EPRIのOpen VGI Platform（OVGIP）の特徴

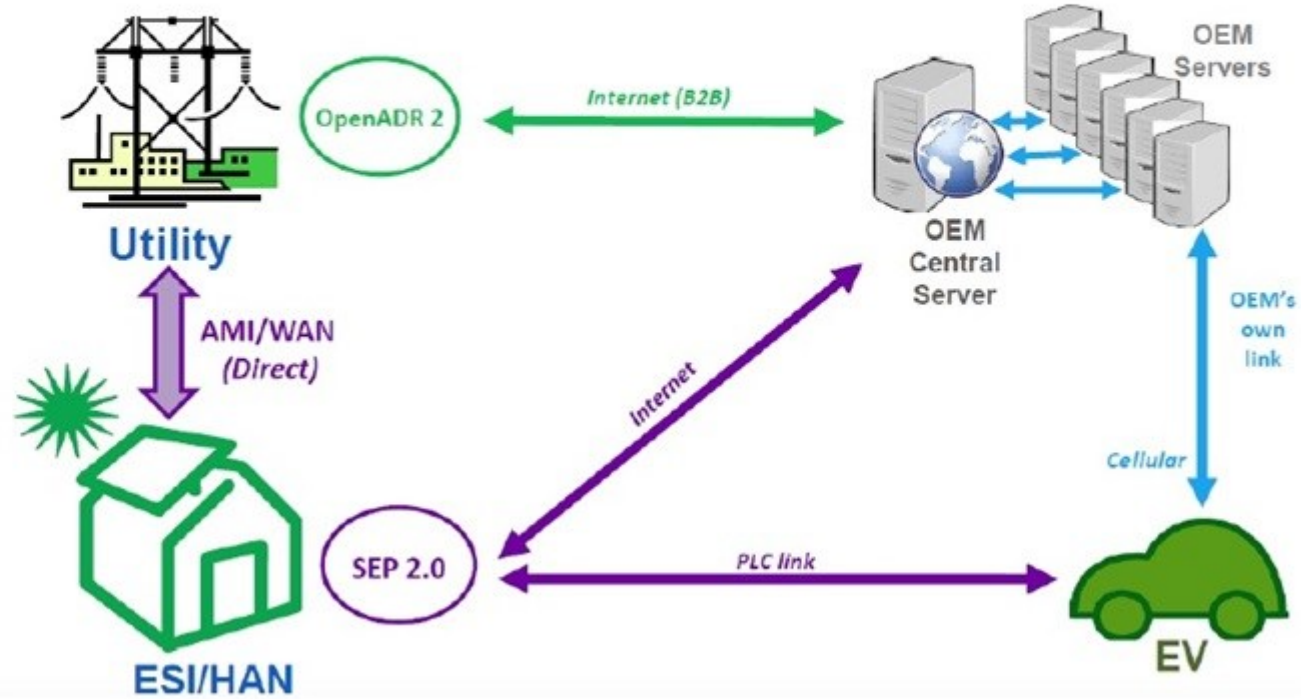
- OpenVGI Platformにおいては、EPRI（米国電力中央研究所）が中心となって検討されたOEM Central Serverが用いられている。
- 本システムでは、複数の自動車会社（OEM; Original Equipment Manufacture）のサーバーを統合することで多様なメーカのEVをアグリゲートし、電力会社に対して変動負荷として提供するビジネスケースを志向。
- 通信方式の違いにより、2種のインターフェースによる実証が行われている。

OEMサーバーケース

- OpenADR 2.0プロトコルを用いた間接的なデマンドレスポンス
- 電動車両の充電をアグリゲートし、電力側から見て変動可能な負荷とする

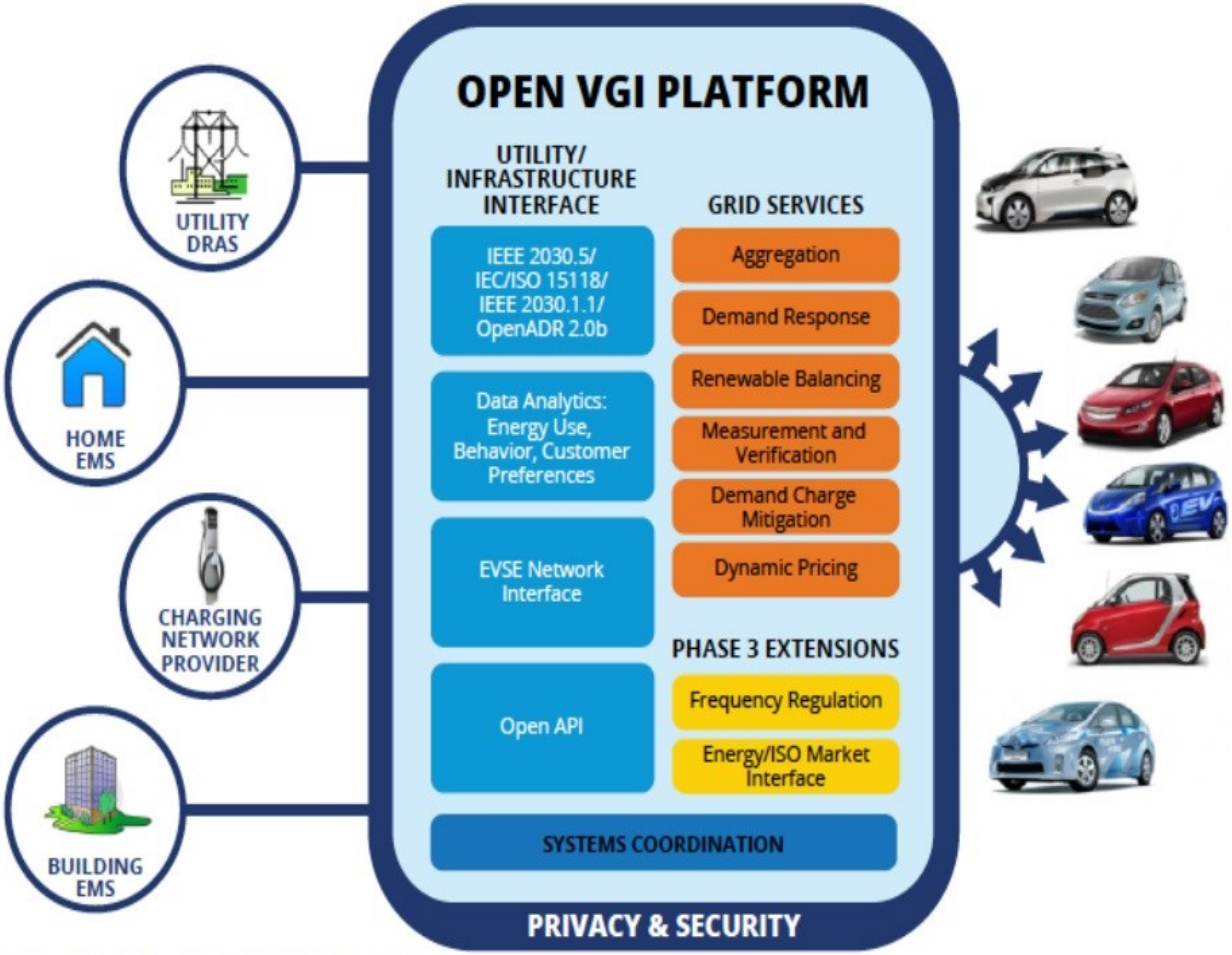
AMIケース

- スマートメーター（AMI)やSEP2.0によるHAN（Home Area Network）を用いた直接的なデマンドレスポンス方式
- 個別の電動車を電力会社が直接制御する



出所）EPRI「Smart Charging and Vehicle Grid Integration」

1) EPRIのOpen VGI Platform（OVGIP）の特徴



Source: Electric Power Research Institute, 2016

- OVGIPは、系統向けサービスを提供するため、複数の自動車メーカーのEVを監視、同期、および制御するためのプラットフォーム
- 全ての電力会社と自動車メーカーが使える、インターフェースを提供
- 自動車メーカーのテレマティクス、コネクテッド・カー技術を活用することで、自動車メーカーの自由度が保たれる
- 集約されたEV充電行動のデータを交換できる
- 電力会社向けインタフェースと通信には標準プロトコルを採用
- BEMS、HEMS、充電インフラとのインタフェース／サポートが可能なアーキテクチャ設計
- 当初から電力会社の協力の下に設計

1) EPRIのOpen VGI Platform（OVGIP）の特徴

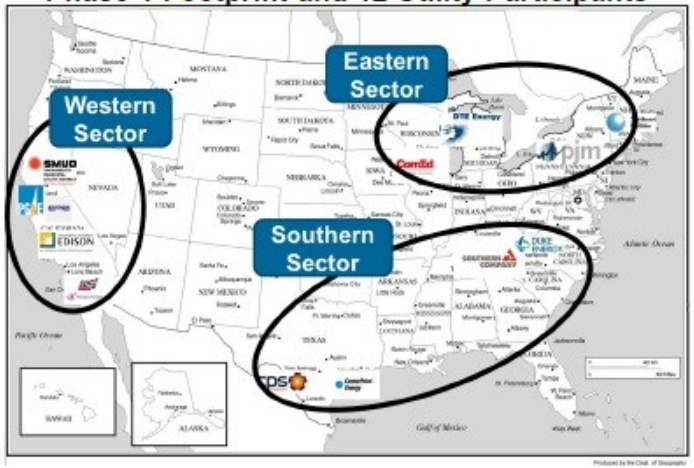
Phase 1: Proof Of Concept "The Big Demo", Sacramento – Basis for OEM / Utilities Collaboration Led by EPRI

- Development Phase: 08/2013-10/2014
- Completed 10/16/2014 at SMUD
- Live Event - Executed OpenADR2.0b DR Event signal through OVGIP to manage 7 OEM PEVs
- Demonstrated Interoperability with multiple protocols
  - SEP2.0, ISO/IEC 15118, OpenADR2.0b, Telematics

The Line Up: 7 OEM PEVs

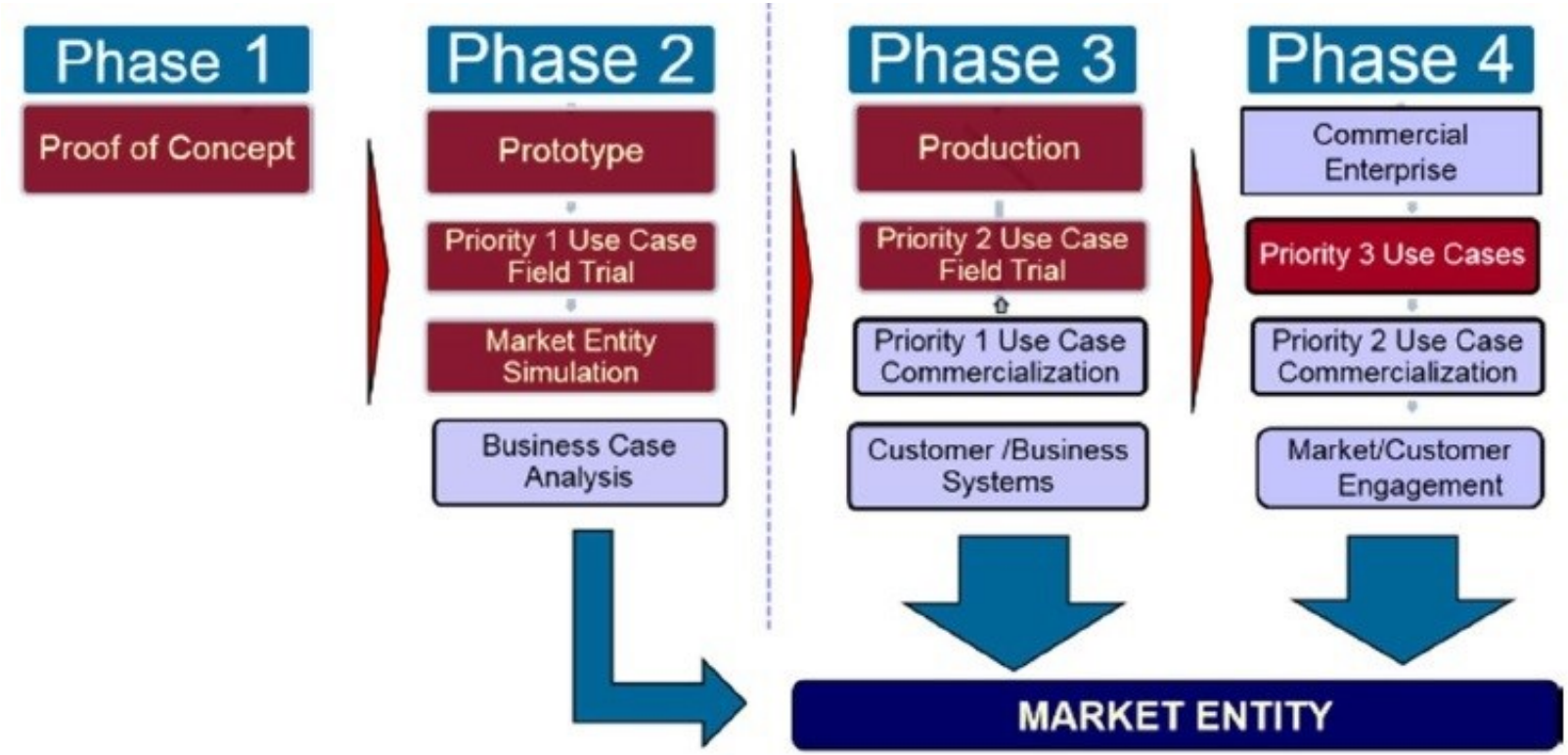
Charge Status Display

Phase 1 Footprint and 12 Utility Participants



出典：EPRI、2017年3月、「Open Vehicle Grid Integration Platform Phase 2 Development and Demonstration Program」

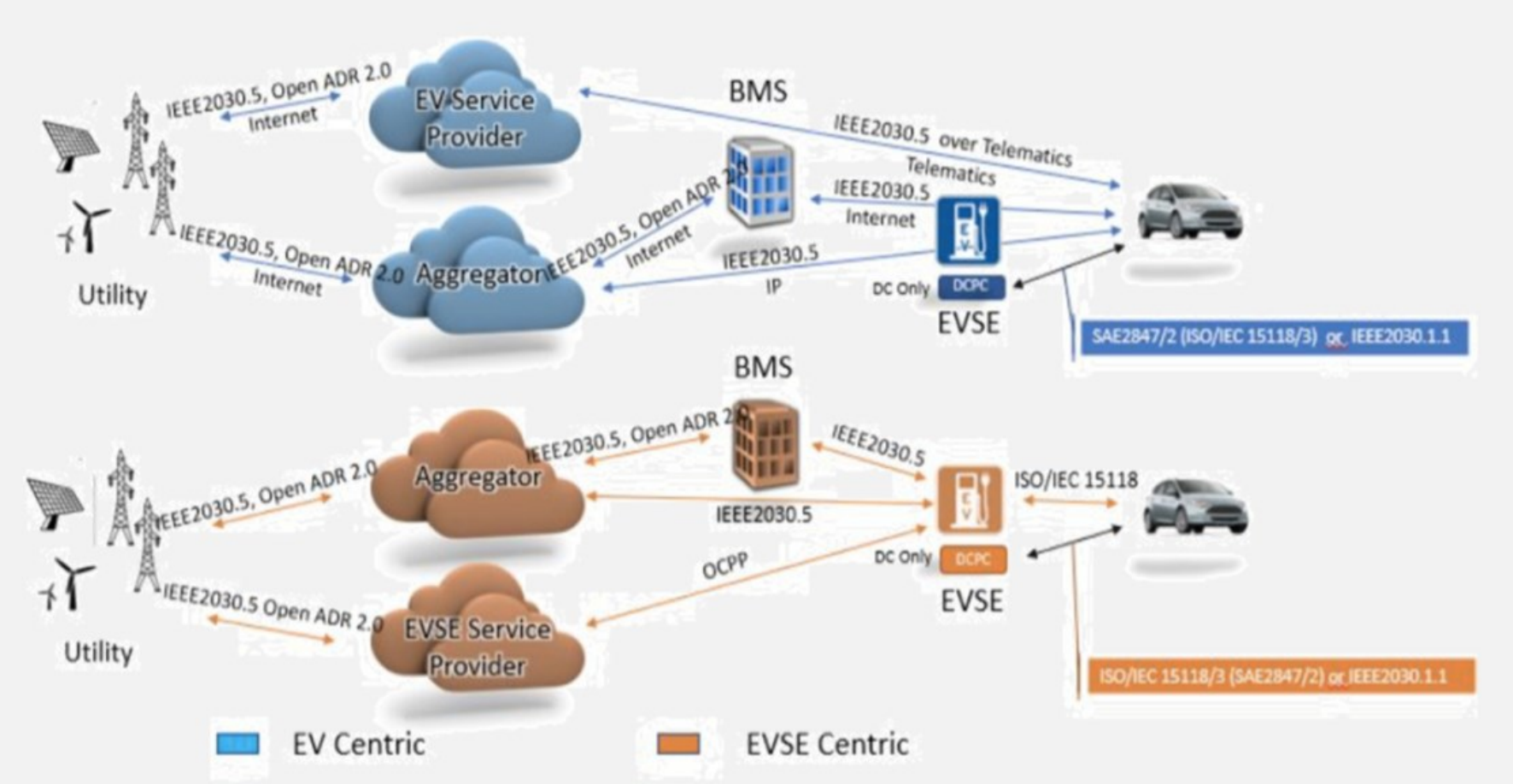
1) EPRIのOpen VGI Platform（OVGIP）の特徴



出典：EPRI、Open Vehicle-Grid Integration Platform General Overview (3002008705)

- まず、第1段階として概念実証を実施（次ページ参照）し、優先度の高いユースケースから段階的にプロトタイプの作成・実証、商用化を目指している。
- 現在第2段階が終了

2) EVと系統との連系に関する通信プロトコル



出典：PG&E April 2018 VGI Communications Protocols

3) 現在および今後V1G/V2Gに使われそうなプロトコル（の組合せ）

- CHAdeMO：IEEE2030.1.1

  CHAdeMOは、日本の主要な自動車会社によって設立されたCHAdeMO協議会によりEV急速充電規格として策定され、JISの標準仕様（TS D0007）として標準化されて、既に対応する車両や充電器が広く国内で普及している。また、2014年に国際標準IEC61851-23/24、IEC62196-3に認定され2015年にIEEE2030.1.1に認定された。その後も出力増強やV2X（V2H、V2G等の放電）への機能拡張を図り、充電ばかりでなく、系統への逆潮流や、350kW仕様）が策定されている。

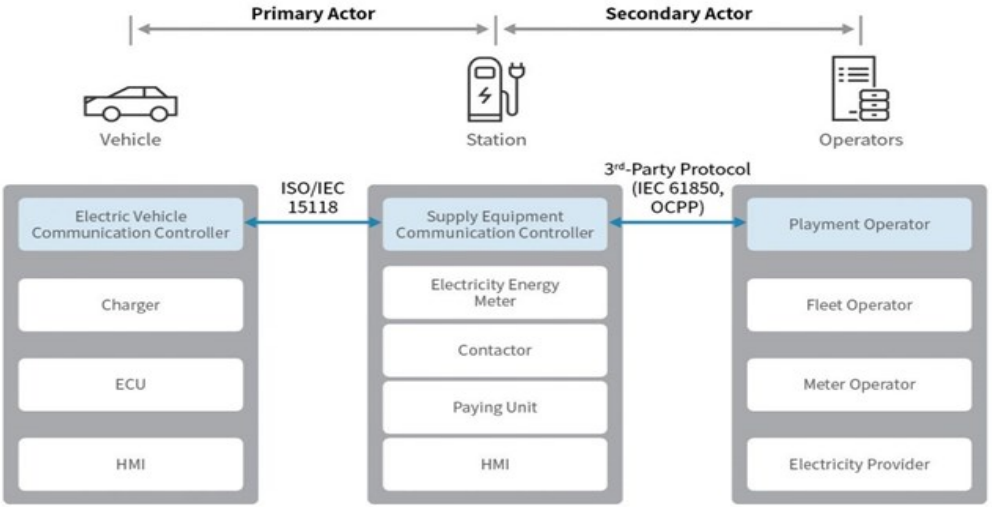
  なお、DC充電方式には、CHAdeMO方式の他にも下表のような方式がある。

	System A CHAdeMO (Japan)	System B CATARC (PRC)	System C COMBO1 (US)	System C COMBO2 (DE)
Connector				
Vehicle Inlet				
Communication Protocol	CAN		PLC	

出典：EVS27、CHAdeMO Fast Charging Projects

3) 現在および今後V1G/V2Gに使われそうなプロトコル（の組合せ）

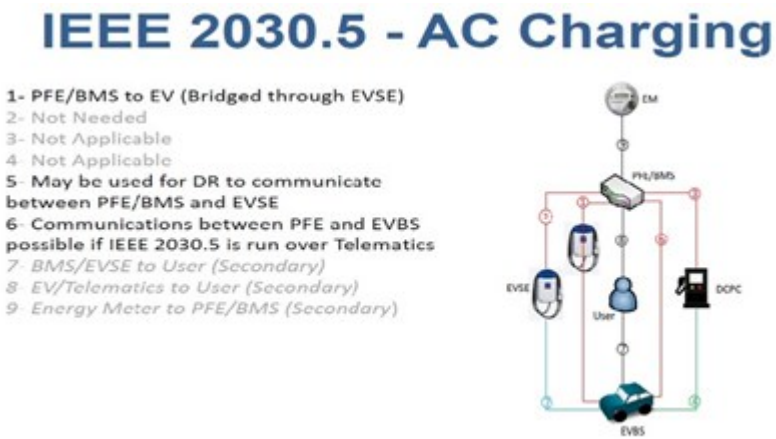
- ISO/IEC 15118とOCPP（Open Charge Point Protocol）
  - CHAdeMOに対して、欧州と北米では、自動車メーカー、電力会社が中心となって普通充電と急速充電を1つのコネクタで行える「Combined Charging System（COMBO）」（前ページ表中 System C）のEV充電器の仕様がまとめられ、2014年ISO/IEC 15118「Vehicle to Grid-Communication Interface」に認定されている。
  - ISO/IEC 15118規格の対象範囲は充電器とEV／PHEVの間の通信までだが、想定しているユースケースで課金や電力供給スケジュールのデータをやりとりできるように、通信メッセージを定義。また課金情報や契約認証などの情報を交換するので、セキュリティにも配慮している。さらに、将来的にインターネットなどを使用して電気自動車のユーザが満足するような付加情報サービスを提供できるような仕組みも用意されている ので、VGI通信プロトコルWGのユースケースサブWGでも、ISO/IEC15118のユースケースを参考にしている。
  - 一方、OCPPは、EV充電ステーションが携帯電話網その他を利用した充電ステーションネットワークを介して中央管理システムと通信するためのアプリケーション・プロトコルで、オープンチャージ・ルとしてSOAP（OCPP1.5）、SOAP&JSON（OCPP1.6）を経て、2018年4月、ISO/IEC 15118もサポート(OCOPP2.0)するようになっている。

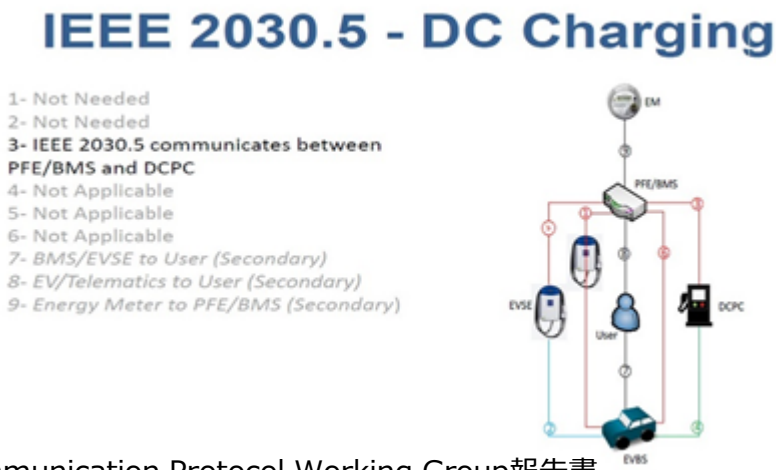


出典：PentaSecurity、「【コラム】 変化する未来自動車の５つの要素：第1回 」

3) 現在および今後V1G/V2Gに使われそうなプロトコル（の組合せ）

- IEEE2030.5：SEP2.0
  - IEEE 2030は、スマートグリッドの相互運用性の参照モデルに関する指針として策定されたもので、電力システム（EPS）、アプリケーション、電力機器にかかわるエネルギー技術と情報技術などについて、用語、特性、機能パフォーマンスと評価基準などの定義を行い、機能インタフェースの同定、論理接続とデータフロー、コミュニケーションと連結、デジタル情報管理サイバーセキュリティ、発電用途に重点を置いている。
  - 一方、SEP（Smart Energy Profile）1.0は2008年、ZigBeeアライアンスが、センサーネットワークを主目的とする近距離無線通信規格として策定したZigBee（IEEE802.15.4）の上位通信レイヤの規格で、スマートメーターによる計測と負荷制御およびデマンドレスポンスのためのアプリケーション・プロファイルとして策定したものだった。
  - これを、オープンなIPプロトコル上で動作するための規格として再定義したものがSEP2.0で、ユーザのエネルギー環境を管理するためのアプリケーション・プロトコルとして、2013年、IEEE2030.5-2013 として標準化されている。

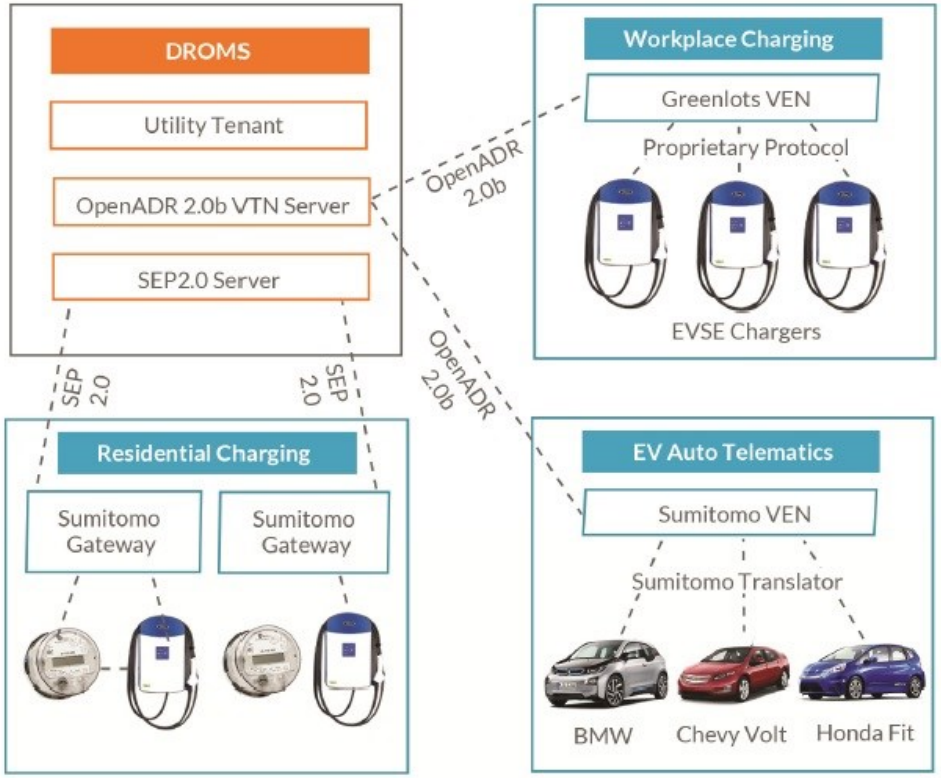




出典：Vehicle-Grid Integration Communication Protocol Working Group報告書

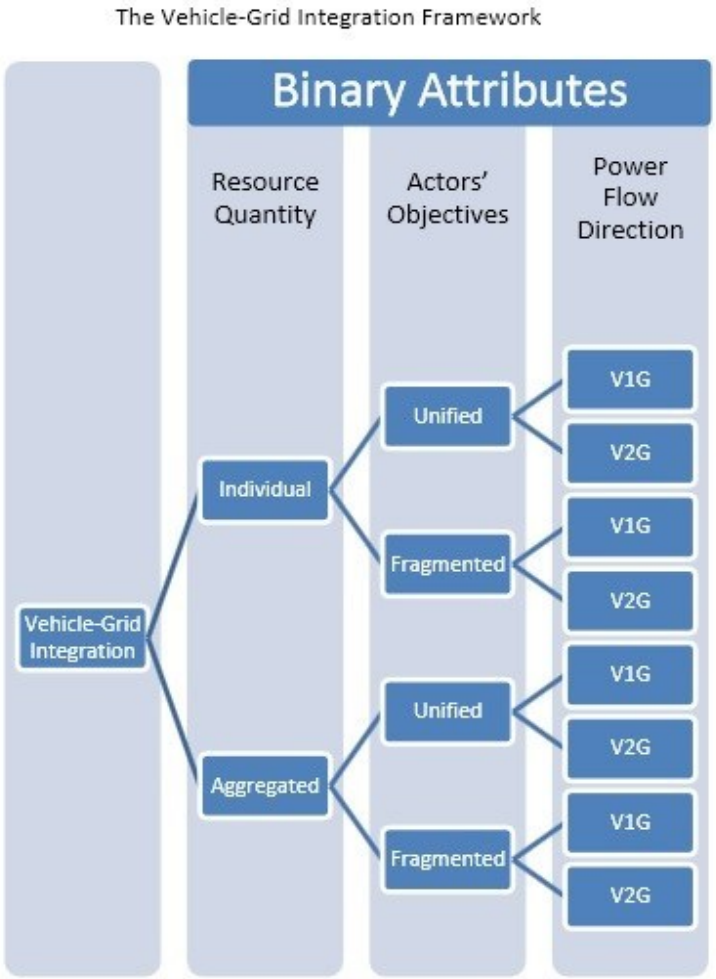
3) 現在および今後V1G/V2Gに使われそうなプロトコル（の組合せ）

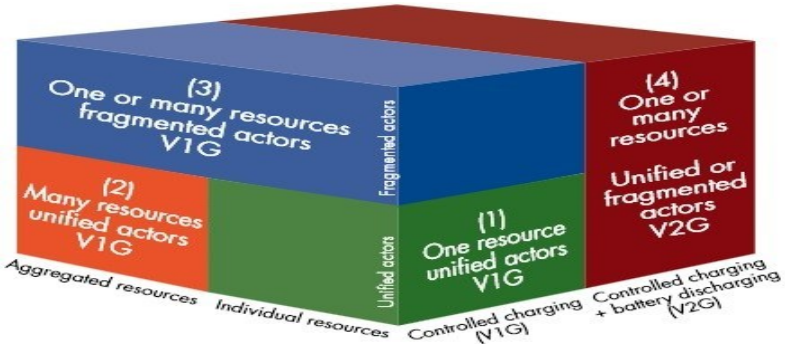
- OpenADR2.0b
  - OpenADRは、OASIS が策定した標準仕様書「Energy Interoperation Version 1.0」のOpenADRプロファイルを基に作成したデマンドレスポンスを含む分散電源の自動遠隔制御をつかさどるアプリケーション・プロトコルとしてOpenADRアライアンスが策定したもので、2012年にOpenADR2.0a、2013年にOpenADR2.0bが公開されている。
  - 右図は、SCE（Southern California Edison）での、OpenADRを用いたVGI実証のアプリケーション通信レイヤの関連を示している



出典：OpenADR、「EVs and Charging Solutions」

4) ユースケースを列挙し優先順位に沿って制度設計と並行した開発・実証

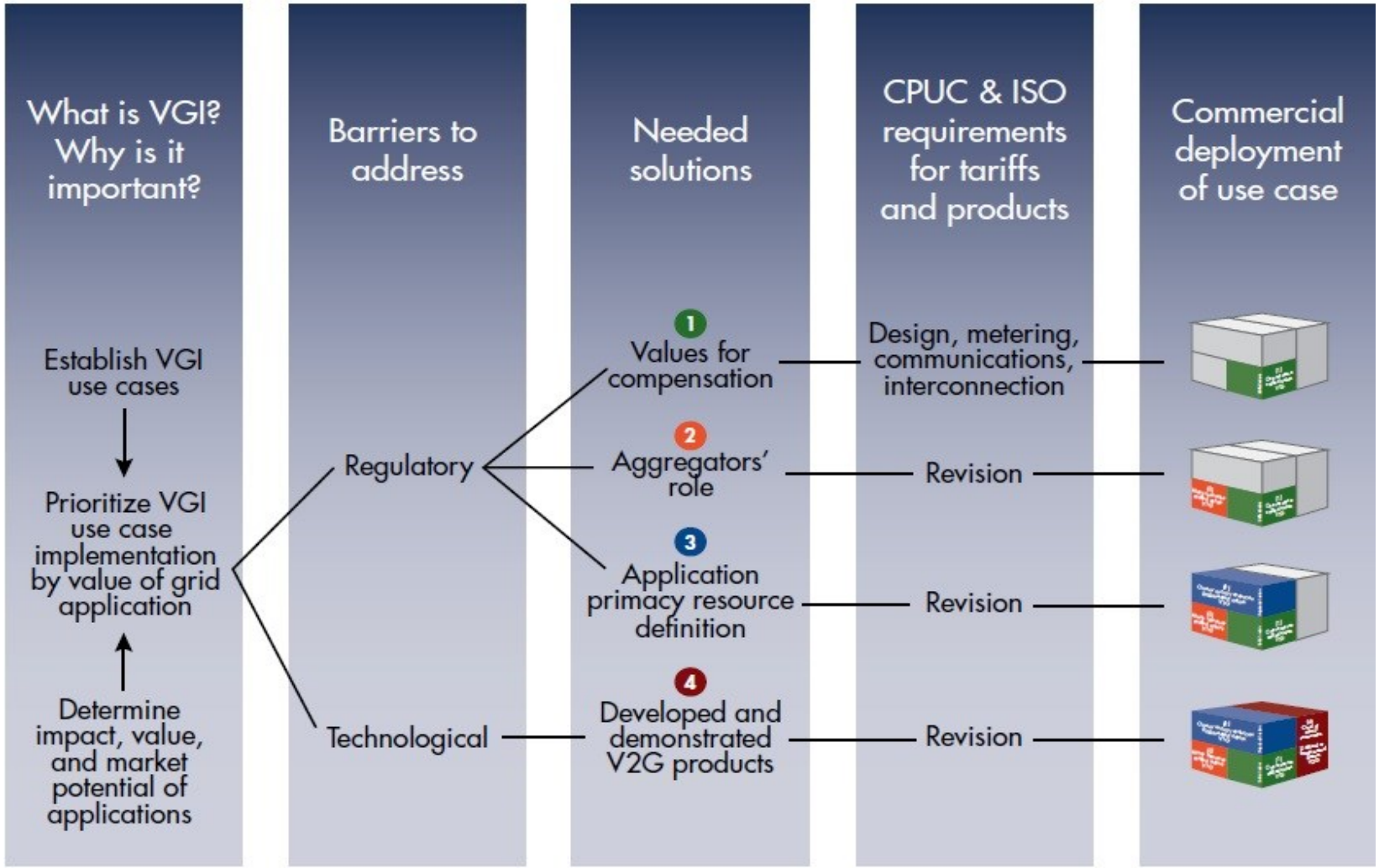




- **ユースケース(1)**：デマンドレスポンスやEV充電用時間帯別電気料金メニューの設定により、EV所有者のEV充電時間帯をオフピーク時間帯に誘導制御する最も単純なケース
- **ユースケース(2)**：アグリゲータが事業者としてEVリソースを集約して、電力会社や卸電力取引所に提供するケース（再エネのランプ変動対応目的でも利用可能）
- **ユースケース(3)**：個別または複数のEVに対して細分化された複数の目的のために、EV充電を制御するケース
- **ユースケース(4)**：個別または複数のEVに対して細分化された複数の目的のために、EV充放電を制御するケース（V2Gの事例）

出典：2013年10月、「Vehicle – Grid Integration ～A Vision for Zero-Emission Transportation Interconnected throughout California's Electricity System～」

4)ユースケースを列挙し優先順位に沿って制度設計と並行した開発・実証



出典：CAISO、「California Vehicle-Grid Integration (VGI) Roadmap Enabling vehicle-based grid services」

VGI（Vehicle Grid Integration）に関する最新動向

ご清聴ありがとうございました

一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

新谷　隆之