

スマートグリッドにおけるEV/PHVの新たな役割

東京大学大学院新領域創成科学研究科客員教授

電力中央研究所 副研究参事

浅野 浩志

2012年11月22日

大阪EV/PHVタウンシンポジウム

パネル「地域エネルギーシステムにおけるEV/PHVの新たな役割」

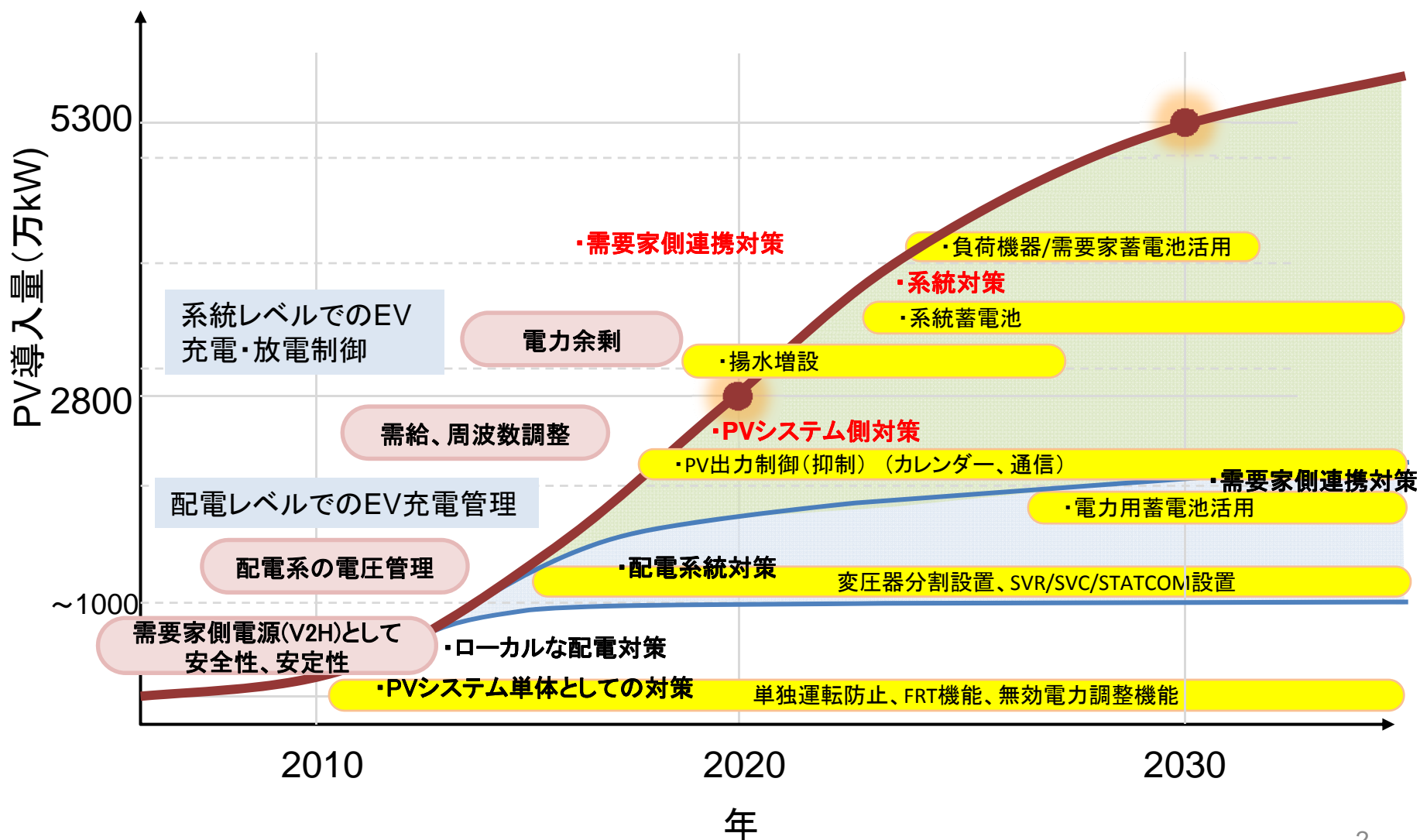
内容

□円滑な普及のため:V2H購入意向

□系統貢献を目指す:電圧制御、周波数制御、余剰電力対策

□再生可能エネルギー電源統合のためのデマンドレスポンス:HEMS、新たな経済価値

PV大量導入に伴う系統課題と対策案



EV,PHV普及見通しと電力需要への影響

- 系統のスマートグリッド化(情報通信ネットワークの整備)、再生可能エネルギー電源やEV/PHVの普及速度を考慮して、適切な活用策を組み合わせる
- 高石油価格の継続、温暖化対策、セキュリティ向上の観点からEV,PHVを積極的に普及するシナリオを想定すると、

販売台数

充電電力量(億kWh)

- 2020年 EV:2.5%, PHV: 15%

54

(政府目標は計15-20%)

- 2030年EV: 16.7%, PHV: 33.3%

150

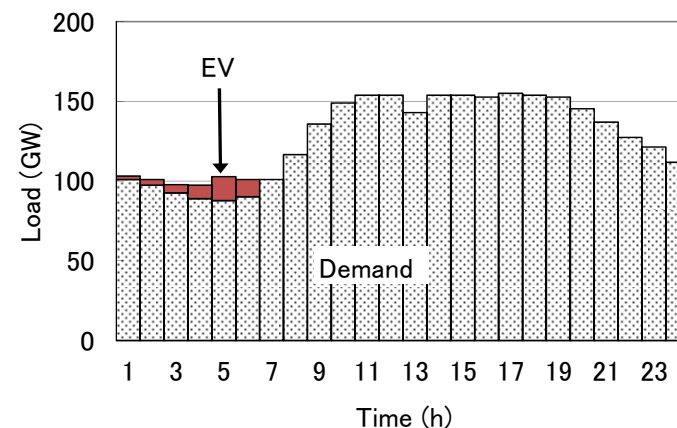
- (政府目標は計20-30%)

- 2030年普及率、EV: 5.9%, PHV: 12%

- 配電線Feeder(4MVA)当たり、EV 74 台(24kWh)、PHV 150台(5kWh)

- 中期的には集中して、充電した場合、配電電圧変動、容量超過の恐れ

最適充電アルゴリズム(右図)が必要



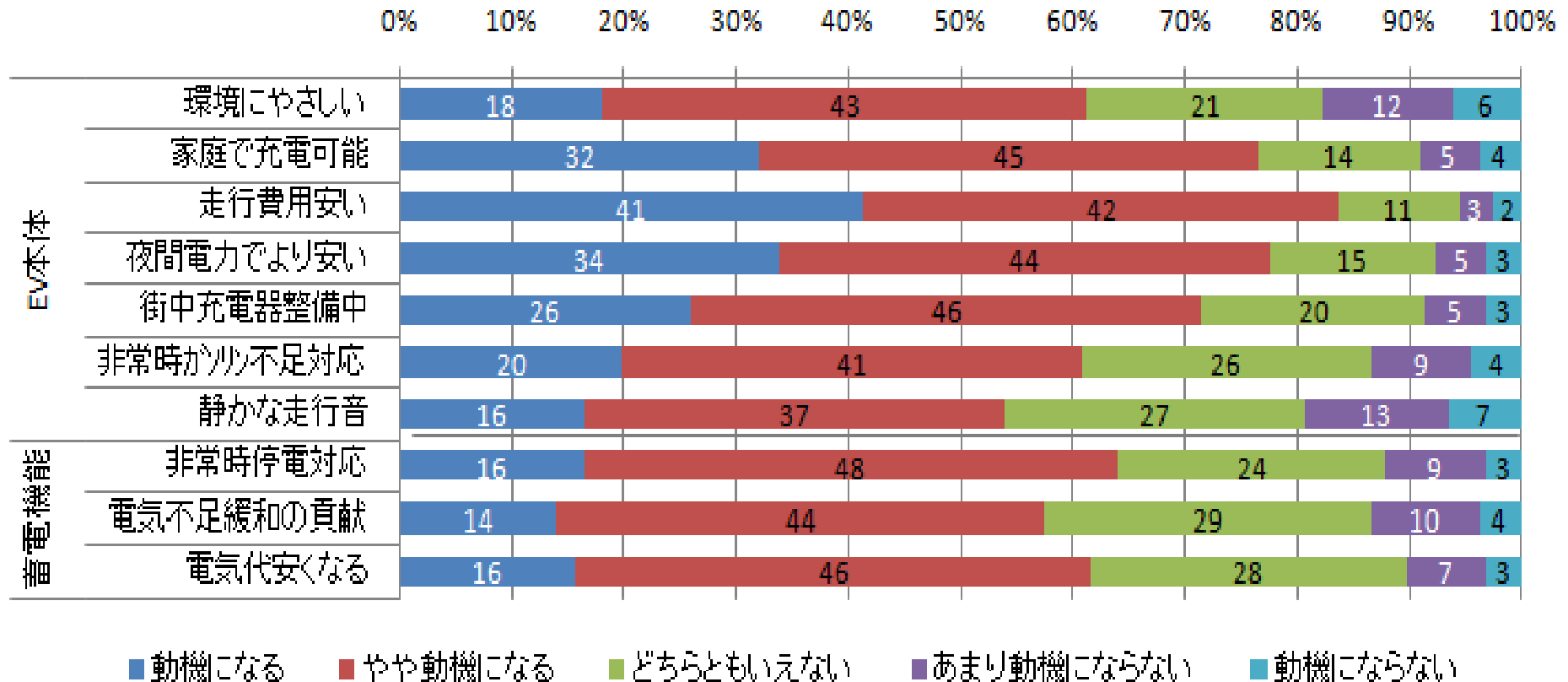
EV普及率20%の最適充電イメージ

EV/PHVの蓄電機能(特にV2Hシステム)に対する 家庭の意向調査

実施期間	2011年11月18日～12月1日
調査対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査票BAT(家庭用蓄電池)の条件(全調査票共通の条件)：全国に居住する20歳以上80歳未満で、戸建て・持ち家に居住する世帯意向代表者で自宅に太陽光発電設備(PV)・EVを保有しない者 ・ 調査票EV2(航続距離200km)/EV4(400km)/PHVの条件：上記条件を満たし、かつ、自宅駐車場に停める主に自分が運転する自家用車の購入予定が10年以内にある者
実施方法	インターネット(ウェブ)調査：予備調査と本調査の2段階
抽出方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査会社のモニターの戸建て・持ち家居住者より、世帯意向代表者を10地域区分毎の戸建て・持ち家世帯数に比例するように抽出 ・ 次に、調査票BAT条件合致者よりランダムに抽出 ・ さらに、調査票EV2/EV4/PHV条件合致者よりランダムに抽出
配布・回収数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4対象は別々の回答者で調査。本調査票依頼数:各2,100名 ・ 回収数(率)：EV2:1,647(77.3%)，EV4:1,662(77.8%)，PHV:1,614(77.4%)，BAT:1,634(77.8%)

出所：電力中央研究所報告Y11021(2012)

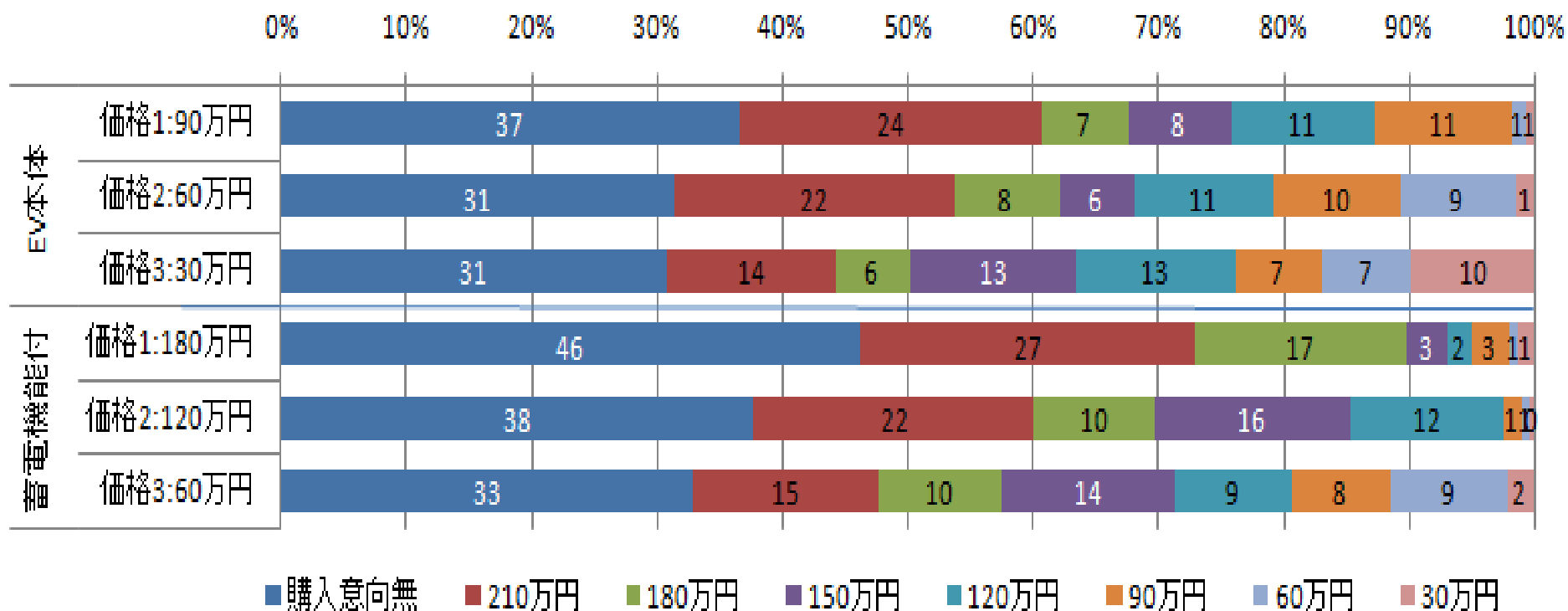
EV本体・蓄電機能の長所が購入の動機になるか



- V2Hに対して、非常時停電対応と常時の経済性が購入動機。

蓄電機能の有無によるEV購入意向の比較

: EV2(航続距離200km・蓄電容量24kWh)の場合



- ガソリン車と比較した購入価格の割高な分を提示し、「耐久期間(10年間)内のガソリン車と比較した走行費用等の低下分の許容可能な最低額」(運用収益)を選択させた結果
- 何割かは購入の潜在意欲あり
- V2H装置の実勢価格(補助金適用後)は30万円強。

購入意向者の特徴

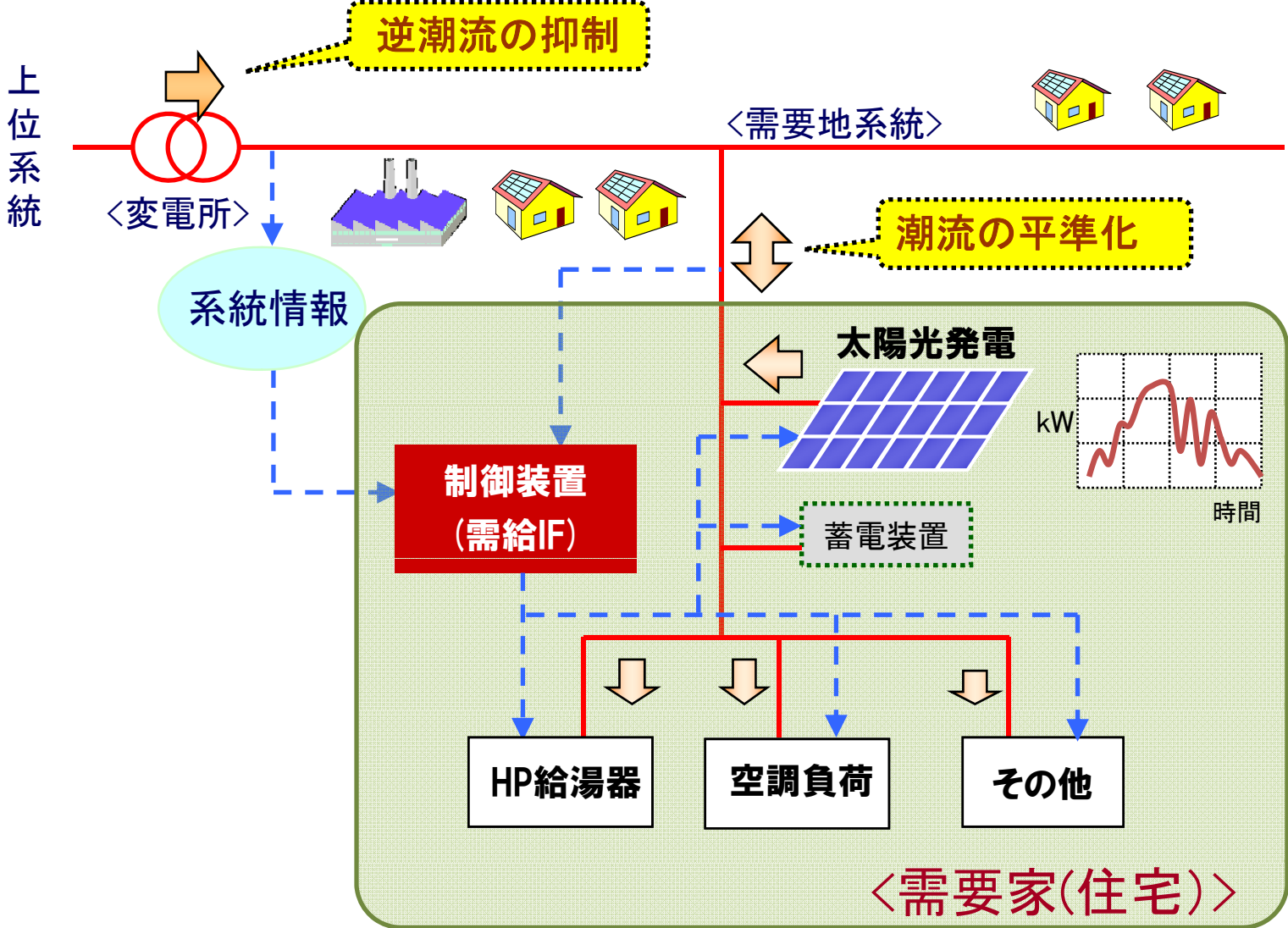
: EV2(航続距離200km・蓄電容量24kWh)の場合

- 蓄電機能付きEVへの購入意向の有無を目的変数とした二項プロビット回帰モデルの推定結果

	性別 (男性→ 女性)	年齢 (十歳)	世帯 年収 (千万円)	電気 料金 (万円)	計画 停電 (無→有)	オール 電化 (否→ 電化)	車1台 か無 →車2台	車1台 か無 →車3台 以上
限界 効果	-0.136	-0.0397	0.103	0.0350	-0.0579	0.0680	0.0492	0.0246
有意 性	1% 水準	1% 水準	1% 水準	無し	無し	5% 水準	10% 水準	無し

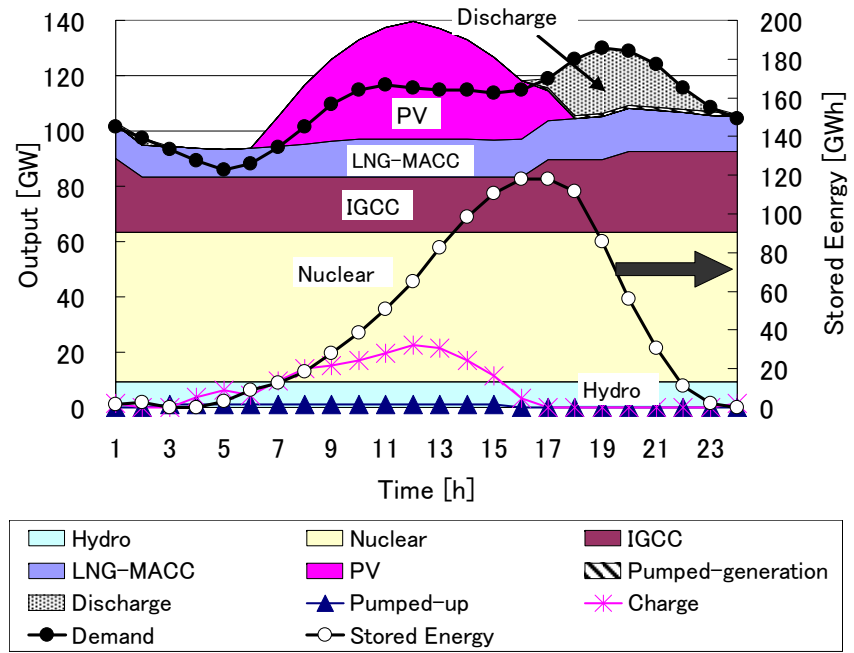
- ◆ 男性、若い層、年収多い、2台保有世帯で購入意向強い。
- ◆ EV4(航続距離400km・蓄電容量48kWh)の場合、計画停電の有無が有意となり、停電を経験した地域での購入意向がより高い

HEMSとデマンドレスポンス: 系統情報(価格、周波数など)、PV出力予測と連携した蓄電池制御

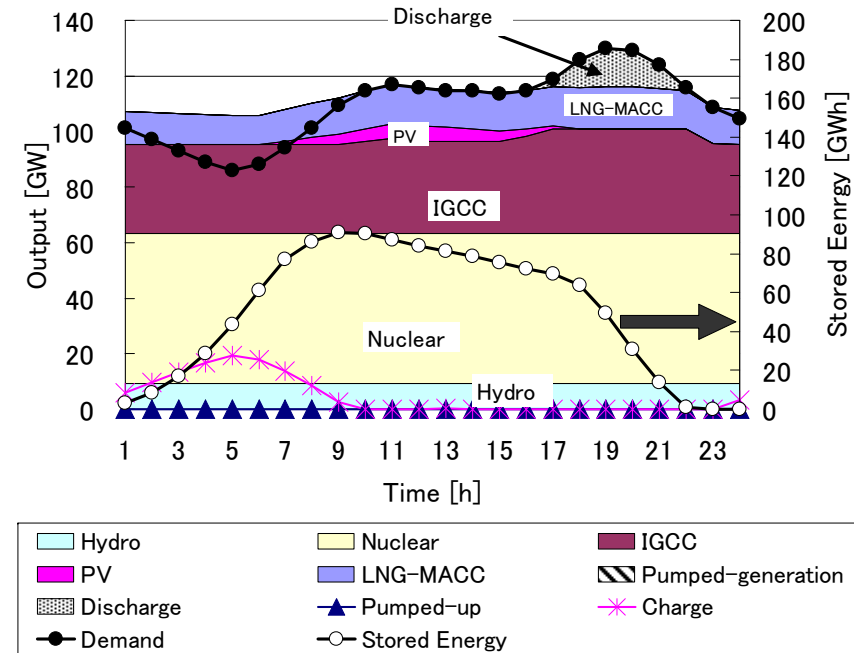


PV余剰電力の蓄電池による調整 (2030年のイメージ)

- 中間季休日の日負荷曲線
- 需要曲線と発電電力との差が蓄電池による充電



晴天日

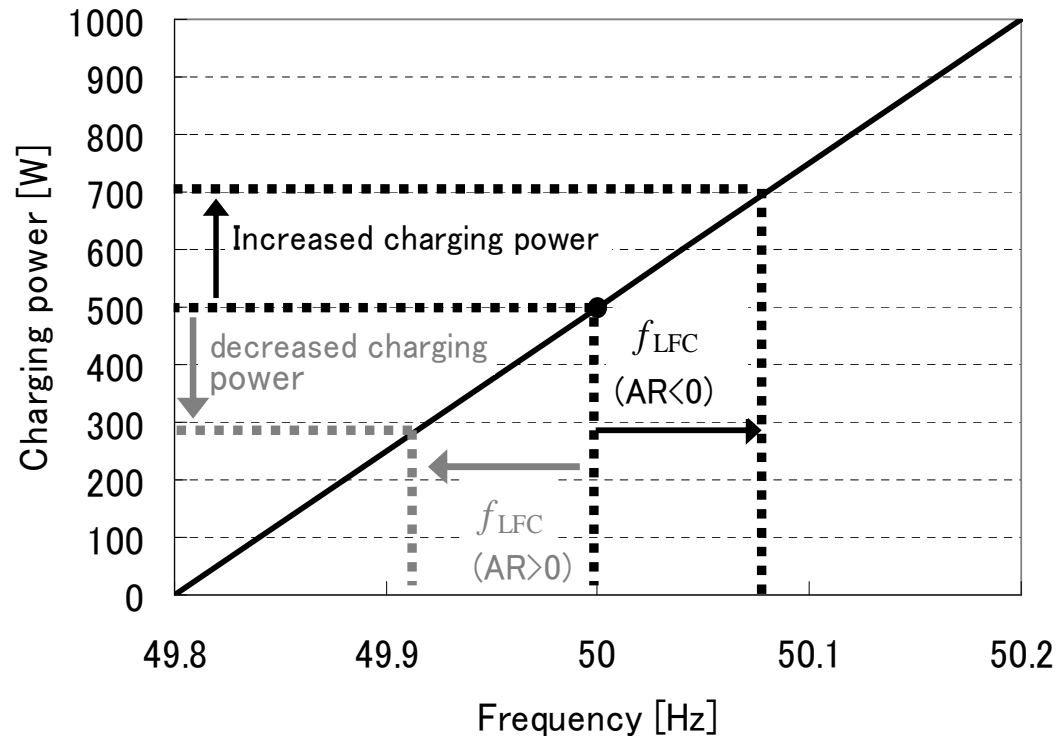


曇天日

- 晴天日: PVの余剰電力の一部をEVの蓄電池交換に利用し、残りを系統へ放電
- 曇天日: 最低需要時間帯に充電 → 負荷平準化

風力発電大量連系時の周波数制御

スマートグリッド化され、個々のEV/PHVと通信可能になれば、変動電源(間欠性再生可能エネルギー)大量連系時(揚水や既存のLFC火力の容量を超えて導入されるレベル)の系統運用制御に活用可能。



- プラグインハイブリッド車 (PHV)の充電電力を周波数偏差に応じて制御
- 充電時、SOCの40%を周波数制御用に用いる
- 500万台の PHEVで1 GWの連系線潮流偏差を制御可



Source: Takagi, et. al. 2009

無断複製・転載禁止

エネルギーインフラとして電動車両を社会的に活用

スマートグリッドにおけるEV/PHVの新たな役割： 充放電制御を系統運用と協調させる

- まず、EV/PHVの円滑な導入のため
 - ✓ 充電が集中したとき、配電電圧への影響を緩和し、また、配電線容量を超えないような充電制御(グループ制御)。ローカル制御と集中制御がある。
- 住宅用PVの出力抑制を回避するために、昼間駐車しているEV/PHVに充電する。需要家レベルでの活用
- PV余剰電力対策
 - 配電レベルで、逆潮流を制御し、配電電圧制御に用いる。
 - 系統レベルで、揚水などの調整容量を超える恐れがあるとき、全系内で利用可能な蓄電池の充放電を行う。すべての間欠性電源(PV、風力)に対して有効。
- 周波数制御に参加する需要側資源として(アンシラリーサービス)
- 将来、風力や太陽光発電の出力変動の影響が大きくなったとき、蓄電池の充電制御により周波数制御に貢献できる
- HEMS,BEMSを基盤とした自動化デマンドレスポンスシステムにより系統と協調し、自動車の蓄電池を用いて、間欠性電源を供給力化する。

文献

- 電気自動車の蓄電機能に対する一般消費者の意向、電力中央研究所報告 Y11021(2012)
- M. Takagi, H. Yamamoto, and K. Yamaji: “Power System Stabilization by Charging Power Management of Plug-in Hybrid Electric Vehicles with LFC Signal”, 5th International IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference in Dearborn, Michigan, USA, September, 2009
- 高木雅昭、他、第26回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、2010年
- 高木雅昭、他、第27回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、2011年
- 浅野浩志、ICTを活用したデマンドレスポンス、システム/制御/情報、Vol.55,Npo.6, pp.250-255, 2011
- 浅野浩志、再生可能エネルギーの全量買取制度に関する電力システムの課題と対応、太陽エネルギー、Vol.38, No.2, 2012年3月,pp.9-14
- 浅野浩志、特集解説「出力変動電源の系統連系技術」、電学論B、132巻、4号、2012年4月、pp.297-300
- 浅野浩志、デマンドレスポンスによる需給安定化、電気学会誌、Vol.132, No.10, 2012年10月、pp.688-691