

自動車-グリッド・インタラクションなど 自動車電動化を巡る最近の動き

次世代エネルギー産業会議
第19回会議

2011.9.28

エネルギー高度利用研究会 代表
(ユニバーサルエネルギー研究所 技術顧問)

堀 雅夫

エネルギー・環境対応型自動車の分類

👤 Masao Hori

<div>分類</div> <div>対応型自動車・略称</div>		次世代 自動車	クリーン エネル ギー 自動車	環境対応車	先進 環境対応車 (ポストエコ カー)	電動自動車 Electric Drive Vehicle (EDV)	プラグイン自動車 Plug-in Electric Vehicle (PEV)
ガソリンエンジン車 従来車	ICEV 他			○* E10対応ガソリン エンジン車	○* 環境性能に特に 優れた従来車		
クリーンディーゼル車	CDV	○		○*	○		
LPガス自動車	LPG車		○		△* 水素自動車とともに 扱いの整理が 必要		
天然ガス自動車	CNG車	○	○	○	○		
ハイブリッド車	HEV (HV)	○	○	○	○	○	
プラグインハイブリッド車	PHEV (PHV)	○	○	○	○	○	◎
電気自動車	BEV (EV)	○	○	○	○	○	◎
燃料電池自動車	FCV	○	○	○	○	○	
定義・出典など		経産省「長期エ ネルギー需給見 通し」(2008)、 内閣官房「地球 温暖化対策の中 期目標」(2009)	経産省「エネ ルギー白書」 (2009)	環境省「環境対応 車普及戦略」 (2010) (* 燃費条件付)	経産省「次世代自 動車戦略2010」 (2010) (* 条件付)	自動車技術会 米国の自動車技 術会、電動自動 車協会など。	米国の自動車技術会、 電力会社などで一般的 に使用。 米国電動化連盟では 「GEV」(Grid Enabled Vehicle、 系統電力充電 型自動車)と呼称。

主要国の「自動車から系統への電力融通」(V2G)ポテンシャル

乗用車V2G電力と全発電電力との比較

国	乗用車 台数 [万台]	V2G電力 @15KW/台 [GW]	全発電電力 (平均) [GW]	V2G／全発 電電力 [--]
フランス	2922	438	50	8.85
ドイツ	4465	670	58	11.49
イギリス	2845	427	40	10.81
米国	19100	2865	417	6.86
日本	5444	817	113	7.23

➤ 全乗用車の電力(KW)は系統の全発電電力(KW)の7倍！

➤ 自動車の1日の平均走行時間は62.3分(米国統計)、1日23時間は駐車中！

Kempton, W. and A. Dhanju, “Electric Vehicles with V2G: Storage for Large-Scale Wind Power”
Windtech International 2 (2), pp 18-21 (March 2006)の図に日本のケースを加筆・編集

自動車-グリッド・インタラクションなど 自動車電動化を巡る最近の動き

1. プラグインハイブリッド車のユーティリティファクターと燃料消費率
2. 電源構成とプラグイン自動車のCO₂排出量
3. プラグイン自動車による電力システムのシステムレベル・配電レベルへの影響
4. プラグイン自動車による電力システムへの各種のサービス
5. プラグイン自動車充電設備の海外の動向
6. 自動車・電力システムを統合したシステムの方向

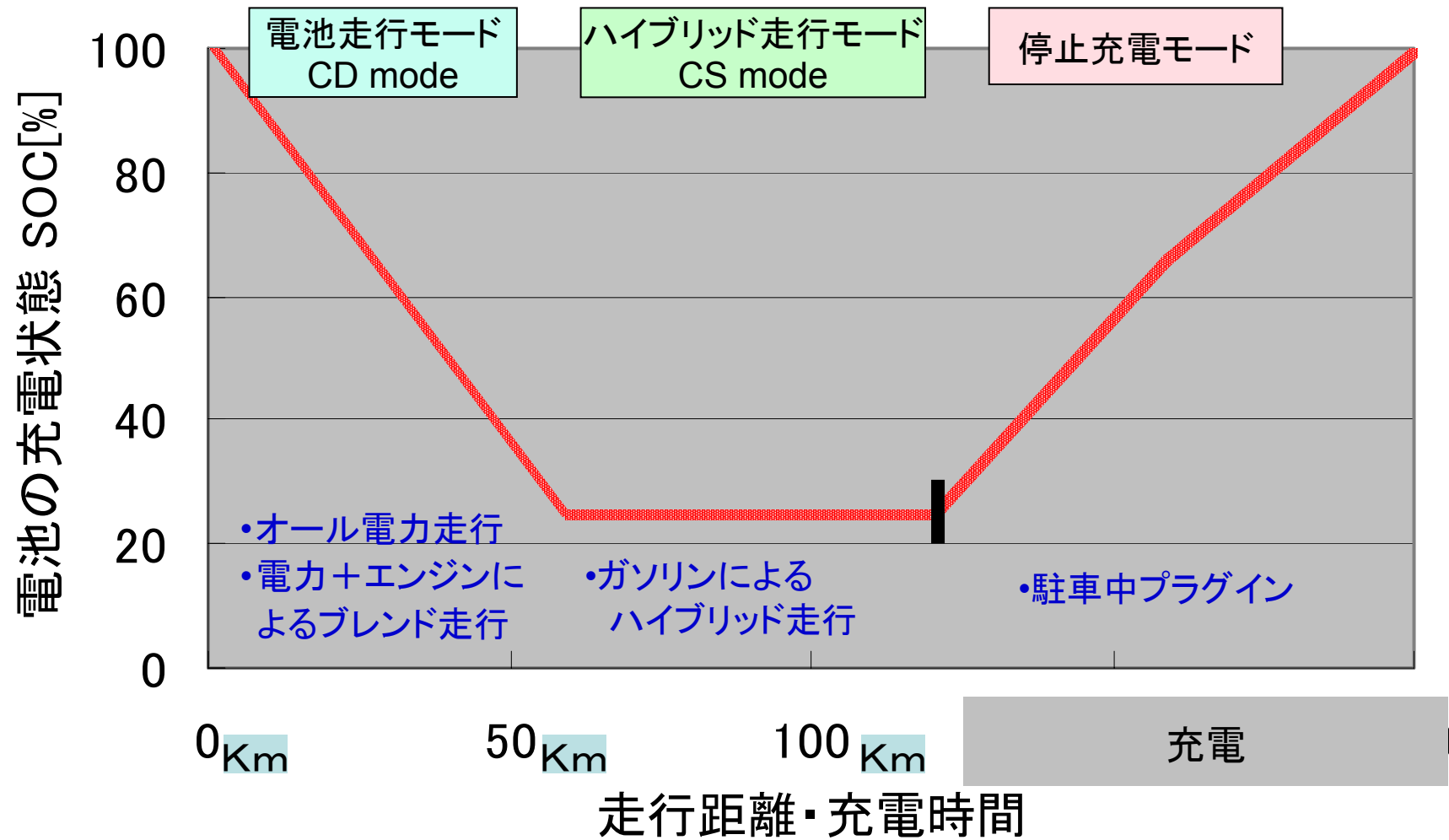
1. プラグインハイブリッド車の ユーティリティファクターと燃料消費率

- プラグインハイブリッド車のユーティリティファクター(UF)

$$UF = (\text{システムから充電した電力で走る距離}) / (\text{全走行距離})$$

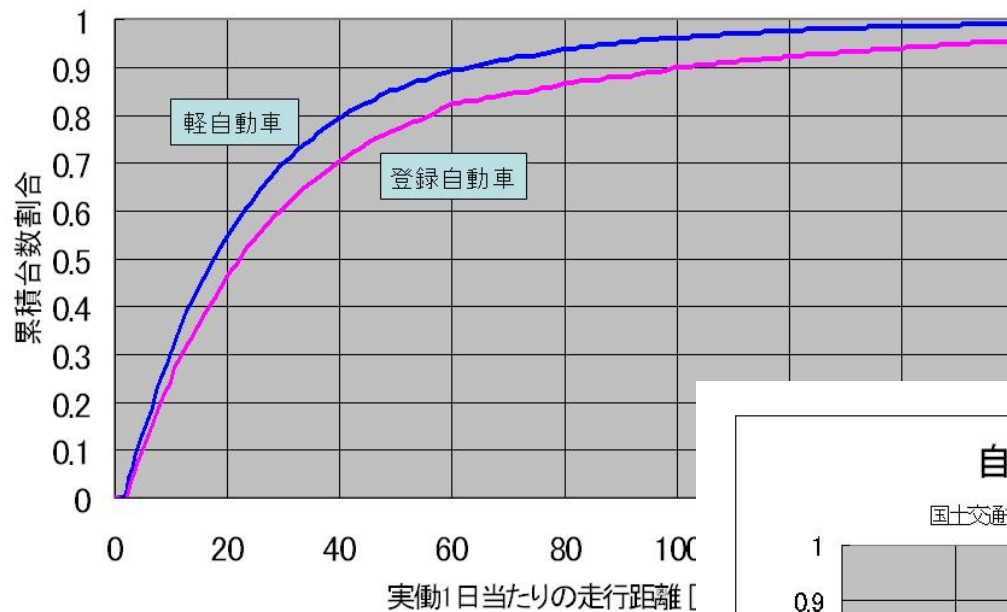
- 日本・米国におけるUF
- 個人のUFと最適電池容量
- 充電機会とUF
- 「プラグインハイブリッド燃料消費率」の定義

プラグインハイブリッド車の走行モードと充電 典型例



自家用乗用車のドライブパターン

国土交通省・陸運統計要覧(2003)および自動車輸送統計報告書(2004)のデータから推定



電力走行割合 =

$$\frac{[\sum \{X * \Delta V\} \text{ (for } X=0 \text{ to } X) + (1-V) * X]}{\sum \{X * \Delta V\} \text{ (for } X=0 \text{ to maximum)}}$$

X: 走行距離および電池容量 [Km]

V: 累積台数割合 [-]

堀 自動車技術会論文集 Vol.38, No.2, March 2007.

電池容量 vs. 電力走行割合

(ユーティリティファクター)

(日本の自家用乗用車平均)

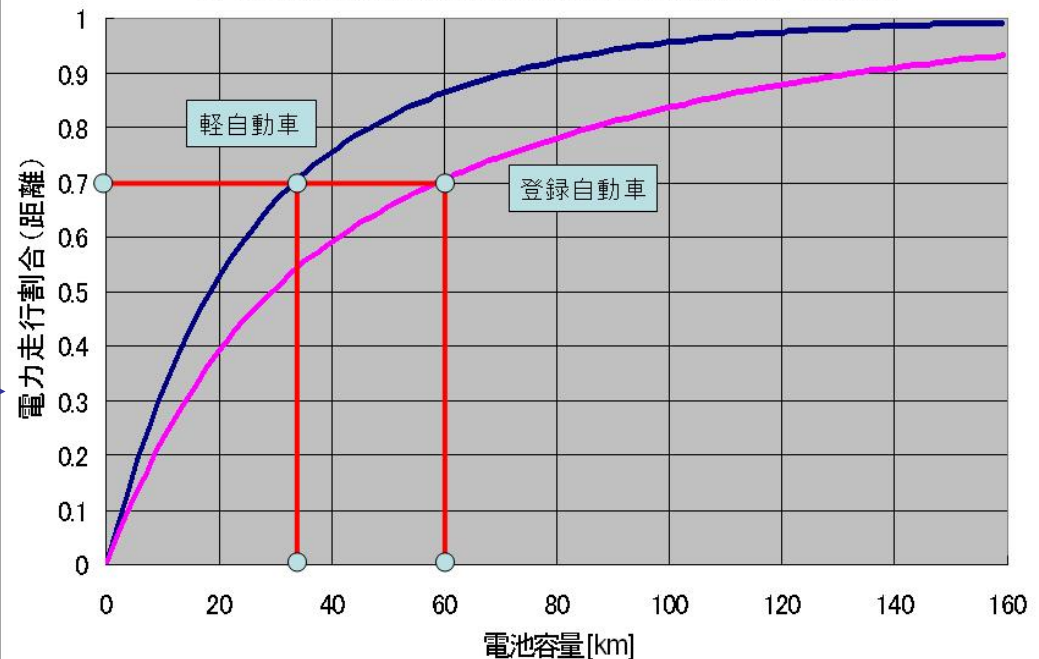
電力走行割合70%の電池容量

軽自動車: 35 Km走行可能電池

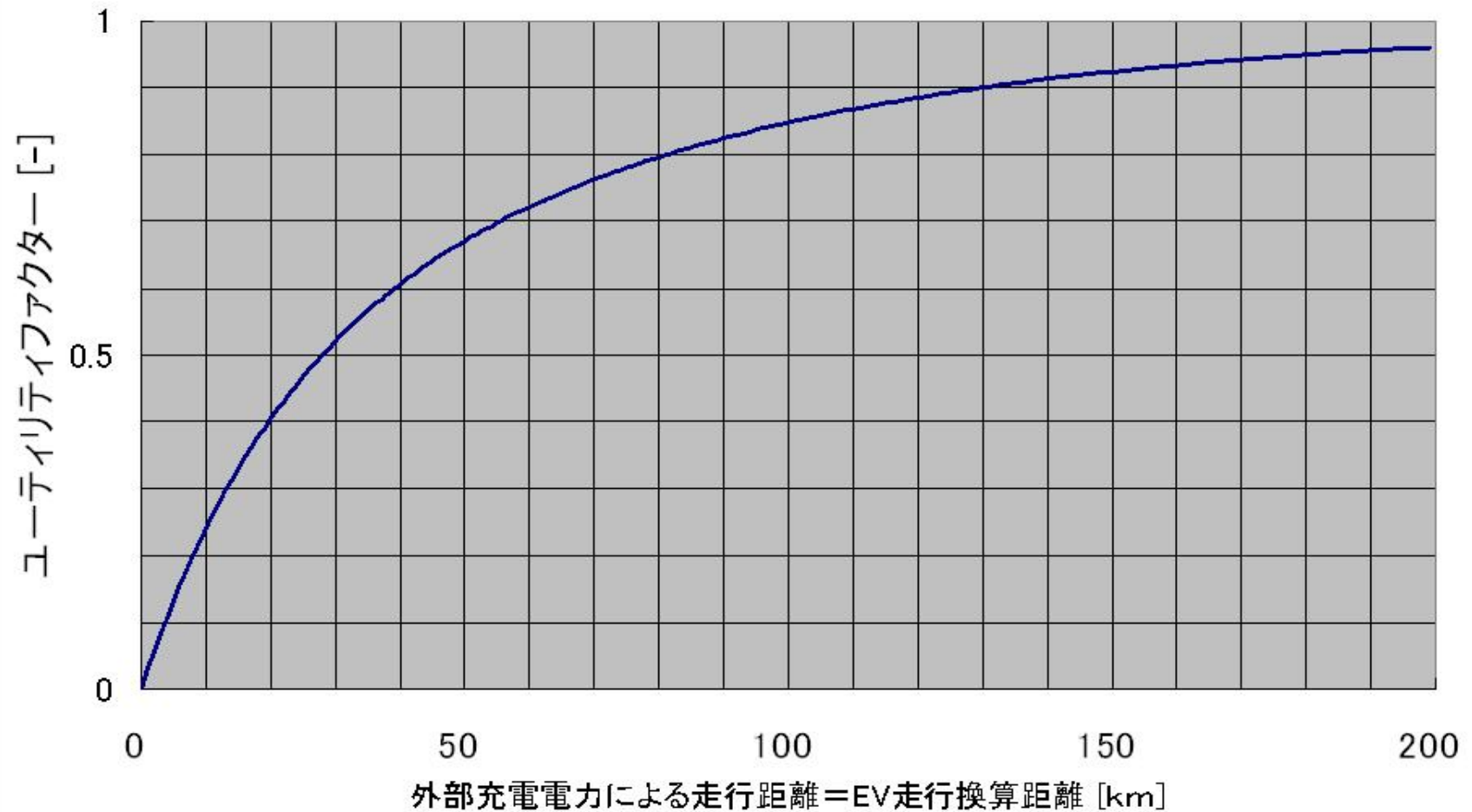
登録自動車: 60 Km走行可能電池

自家用乗用車の電池による電力走行の割合

国土交通省・陸運統計要覧(2003)および自動車輸送統計報告書(2004)のデータから推定



電力走行距離割合=ユーティリティファクター
全走行距離に対する外部充電電力による走行距離の割合



国土交通省が「JCAPデータ自動車使用実態調査」をもとに定義したユーティリティファクター(2009年7月)

米国の個人・世帯の自動車走行の調査

NPTS (National Personal Transportation Survey):

実施年: 1969, 1977, 1983, 1990, 1995

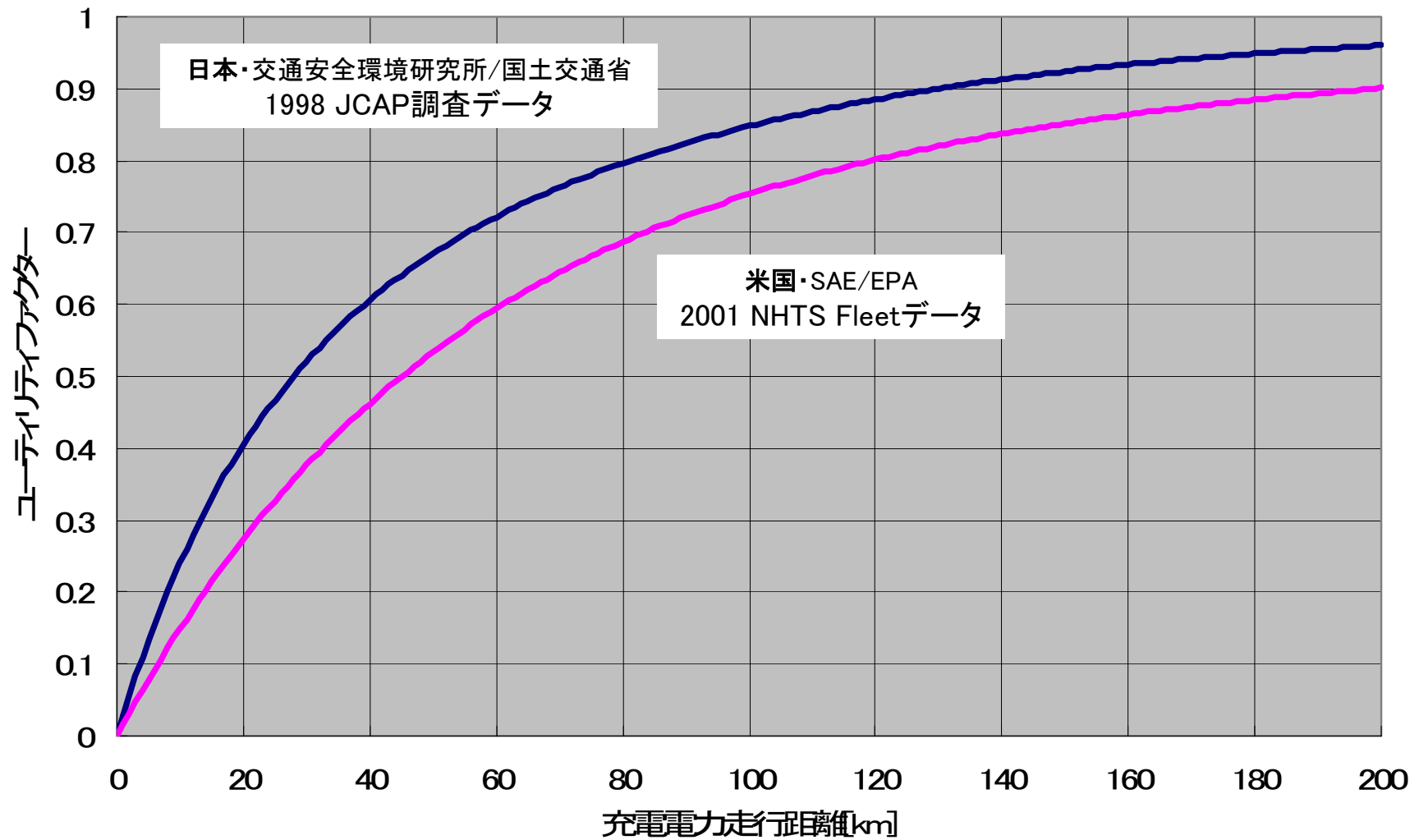
NHTS (National Household Travel Survey)

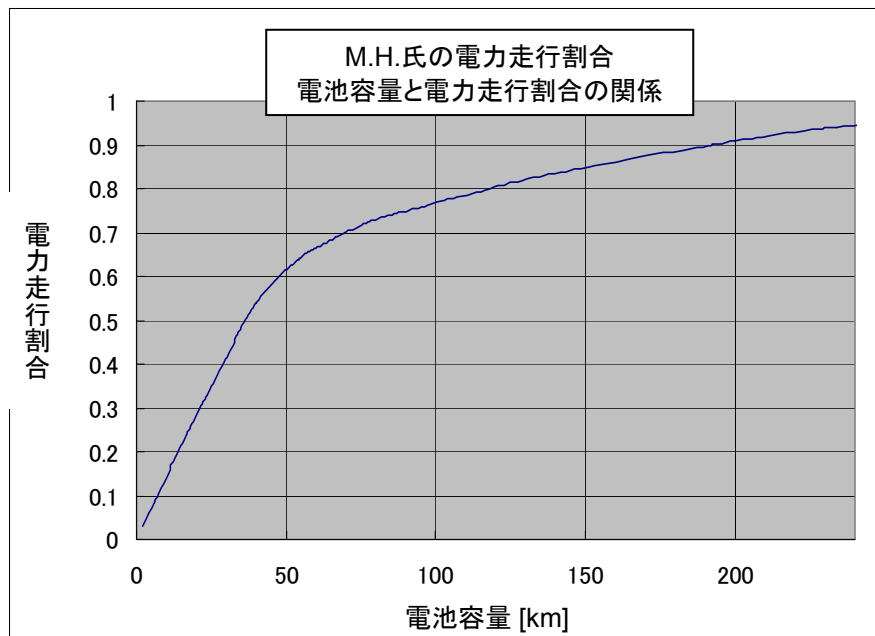
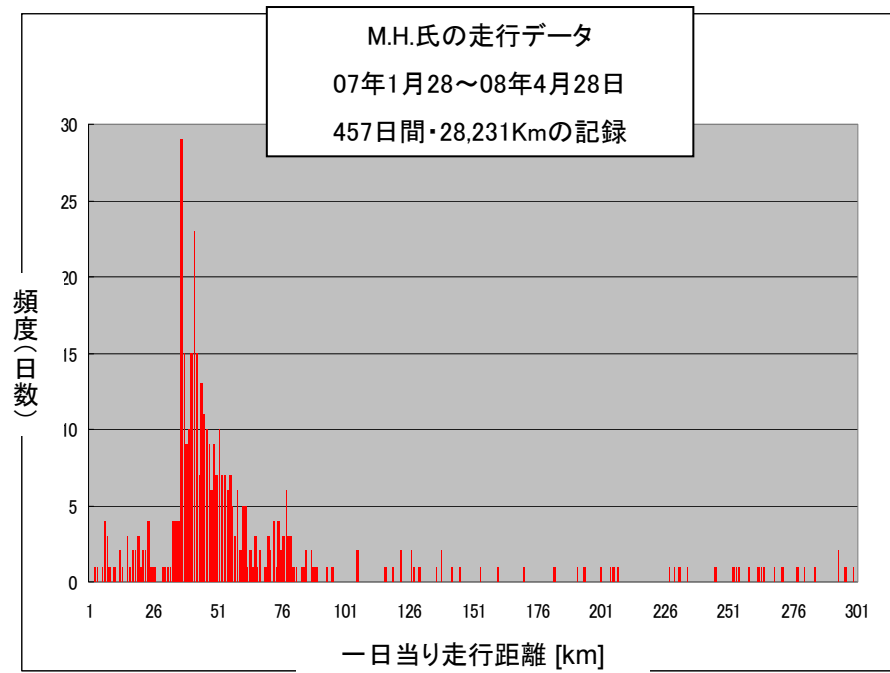
実施年: 2001, 2009

NHTS 2001

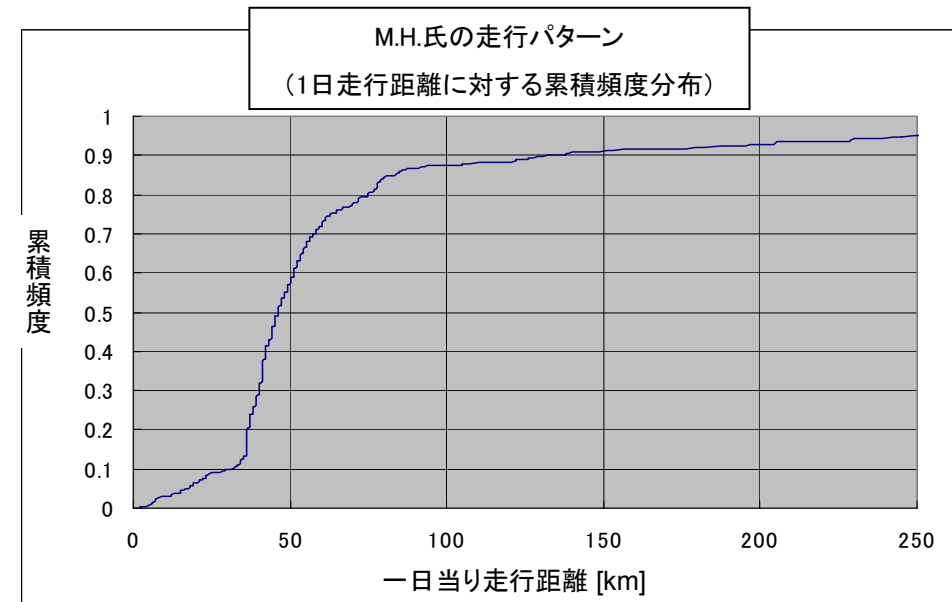
- ・ 66,000世帯を調査
- ・ 1日24時間の詳細走行記録+28日間の80km以上走行記録
- ・ コンピューター補助の電話インタビュー(1年1ヶ月間)
- ・ 調査結果は多様な変数で整理され、任意の相関でダウンロード可能

ユーティリティファクター(電力走行割合) 日米の比較

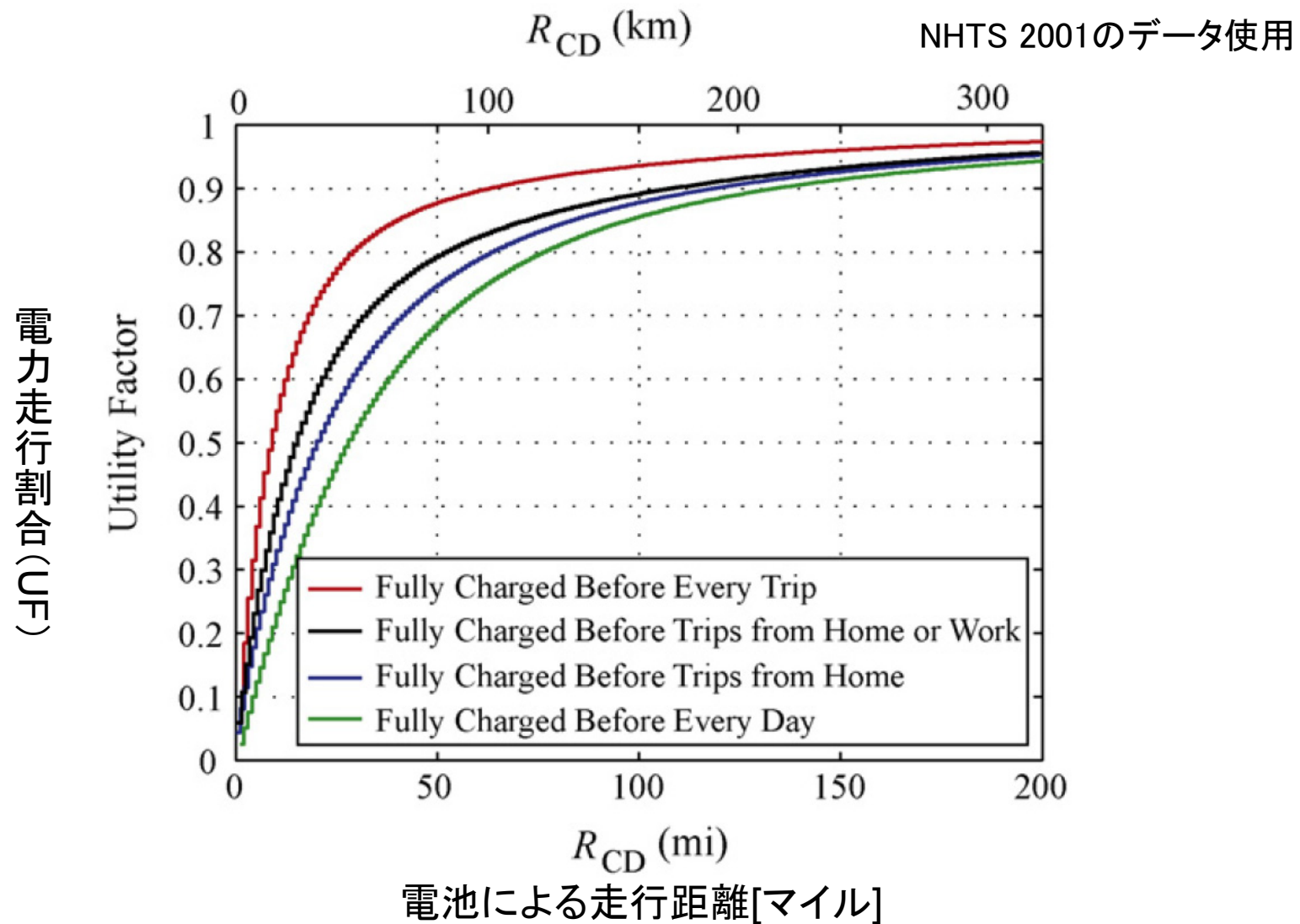




電力走行割合(ユーティリティファクター) の求め方(個人の場合の例)



充電機会による電力走行割合の増加（米国の例）



日米のプラグインハイブリッド車の燃料消費率の定義

- ✓ プラグインハイブリッド車の電力走行割合については、両国とも統計データに基づいて定義したユーティリティファクター(UF)を使用する。
- ✓ 日本の「プラグインハイブリッド燃料消費率」はガソリンの消費率のみを算出する。
- ✓ 米国の「プラグインハイブリッド車の複合・合成・等価燃費」(Combined Composite MPG Equivalent)は、電力消費率も等価熱量*のガソリン消費率に換算して、ガソリンと電力の両方の消費率を合成する。

* 電力 33.7 kWh = ガソリン 1 gallon → ガソリン発熱量32 MJ/Lに相当

PHEVエネルギー消費率

$$= 1 / (UF / \text{CDモードのエネルギー消費率} + (1 - UF) / \text{CSモードのエネルギー消費率})$$

CDモード = 電池走行モード

CSモード = ハイブリッド走行モード

UF = ユーティリティファクター(電力走行割合)

日本の「プラグインハイブリッド燃料消費率」の定義による プリウスPHVとシボレーボルトの燃費

トヨタ・プリウスPHVの燃費

プラグインハイブリッド燃料消費率 (国土交通省審査値)	57.0 km/l
ハイブリッド燃料消費率 (国土交通省審査値)	30.6 km/l
充電電力使用時燃料消費率 (国土交通省審査値)	— km/l
充電電力使用時走行距離 (国土交通省審査値)	23.4 km
電力消費率 (国土交通省審査値)	6.57 km/kWh

EV走行換算距離	23.4 km
一充電消費電力量 (国土交通省審査値)	3.56 kWh/回

シボレー・ボルトの燃費(推定)

プラグインハイブリッド燃料消費率 (推定値)	126 km/l
ハイブリッド燃料消費率 (推定値)	24 km/l
充電電力使用時燃料消費率 (推定値)	— km/l
充電電力使用時走行距離 (推定値)	84 km
電力消費率 (推定値)	6.5 km/kWh

EV走行換算距離	84 km
一充電消費電力量 (推定値)	12.9 kWh/回

EPAによるPHEVの「等価燃費」の定義ではプリウスPHV 39.1 km/l (JC08モード)

EPAによるPHEVの「等価燃費」の定義ではボルト 45.6 km/l (JC08モード)

2. 電源構成とプラグイン自動車のCO2排出量

- テールパイプからのCO2排出

- 上流を含めたCO2排出

 - 発電プラントまでの上流

 - 油井、ガス田、鉱山までの上流

- ライフサイクルCO2排出

2. 電源構成とプラグイン自動車のCO2排出量

➤ テールパイプからのCO2排出

電気自動車は排気がないのでCO2排出ゼロ

BEV: 0 g/km、HEV: 109 g/km

➤ 発電プラントまでの上流を含めたCO2排出

発電ロス、送電ロスを含めたCO2排出

BEV: 87 g/km

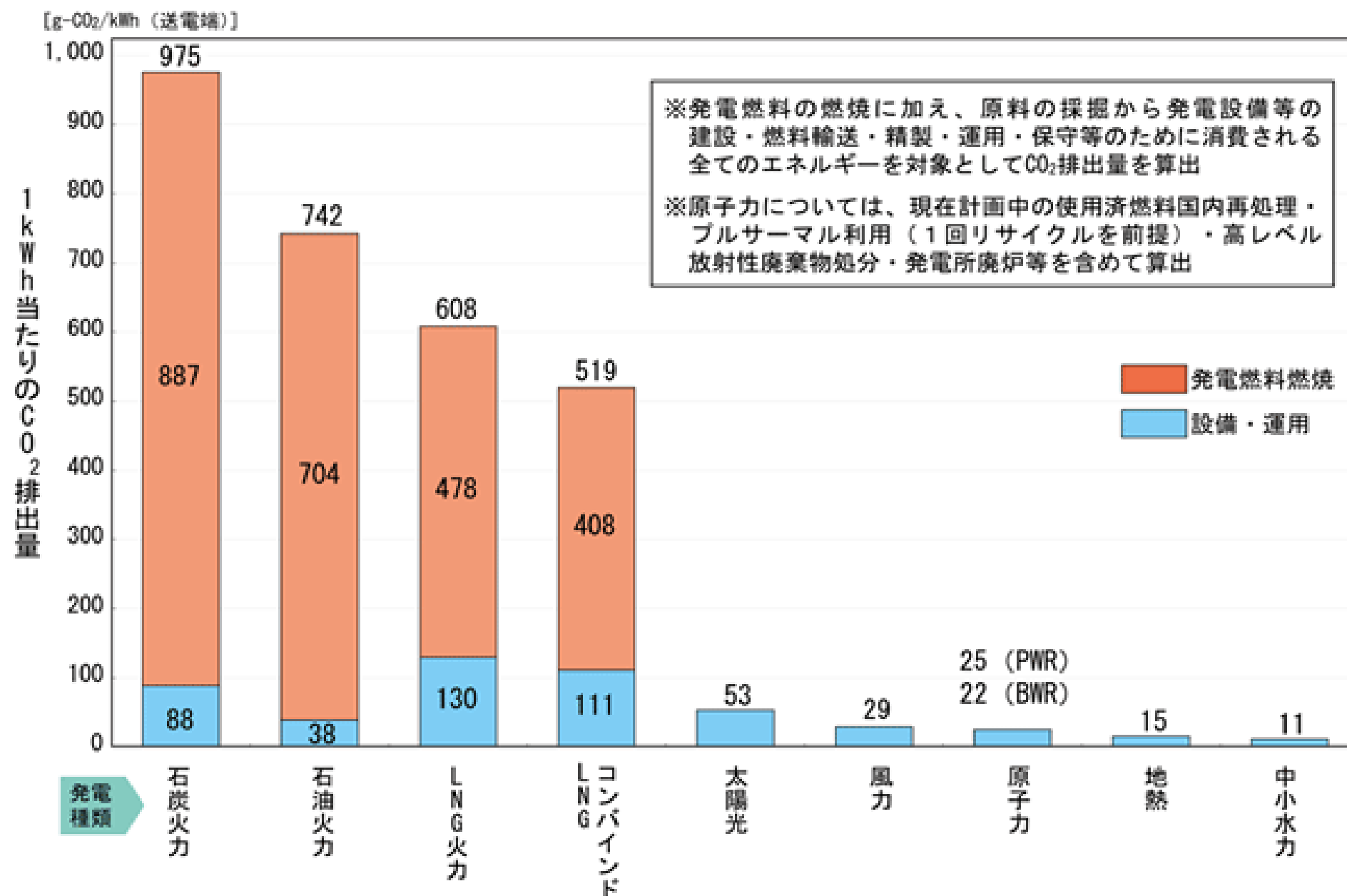
➤ 油井、ガス田、鉱山までの上流を含めたCO2排出

発電用燃料の採掘・輸送などを含めたCO2排出

BEV: 96 g/km、HEV: 132 g/km

- ✓ さらに、プラント建設、運転、燃料・材料調達、自動車製造、廃棄などのライフサイクルCO2排出の評価も行われている。
- ✓ 数値は、燃費・電費は電気自動車(BEV)リーフ、ハイブリッド車(HEV)プリウスのEPA複合の値、発電CO2排出量は日本10電力の2009年度平均の値、に基づく概算値。
- ✓ 発電プラントの上流側を含めたCO2排出は1.1倍(推定)
- ✓ ガソリンの生産(原油採掘、精製、輸送など)を含めたCO2排出は1.2倍(推定)

各種電源別のCO₂排出量



自動車のCO2排出量 計算例

電気自動車(リーフ)

EPA複合電費=4.73 km/kWh

ハイブリッド車(プリウス)

EPA複合燃費=21.3 km/L

プラグインハイブリッド車(リーフ+プリウス、仮想的)

EPA複合電費=4.73 km/kWh

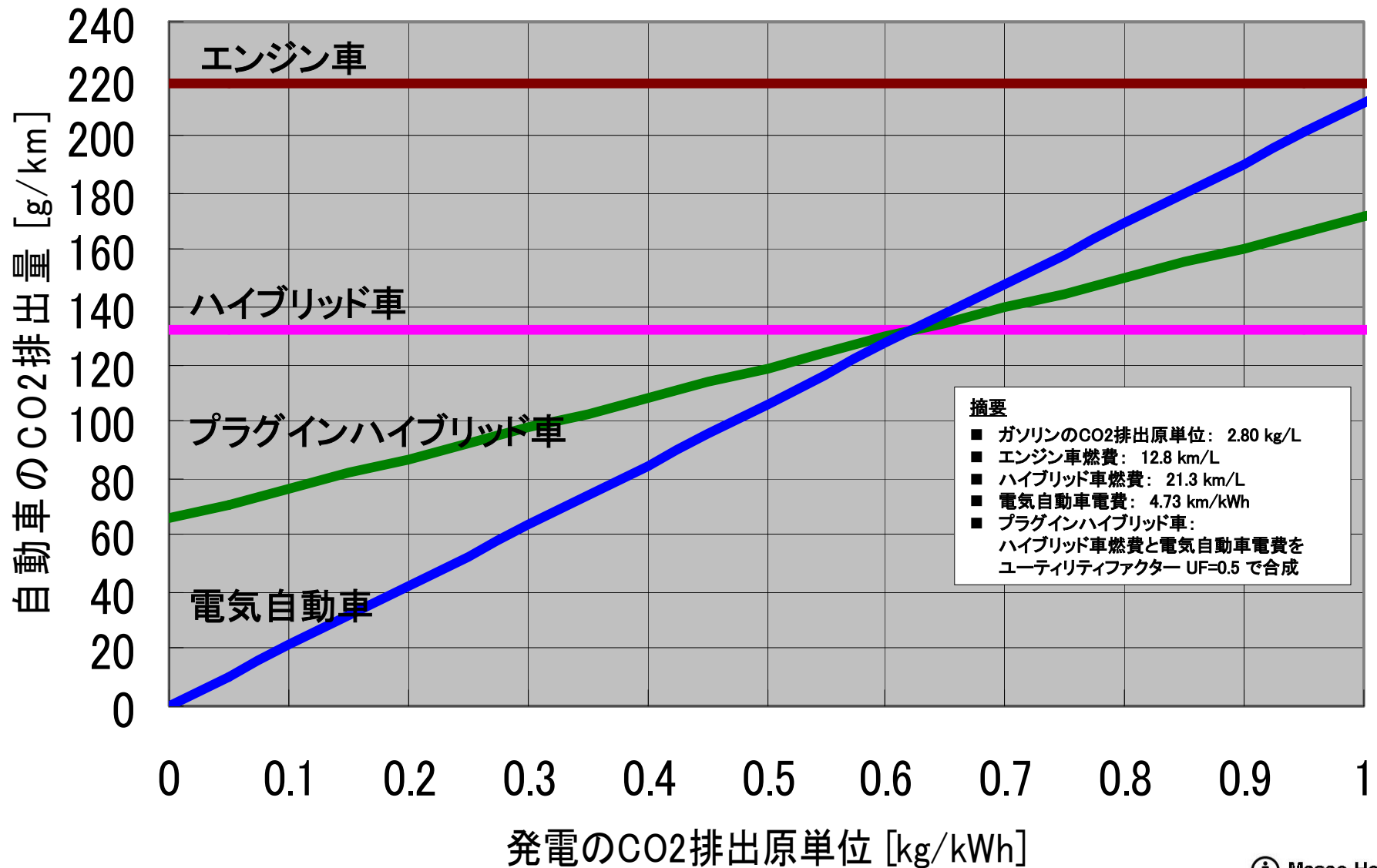
EPA複合燃費=21.3 km/L

ユーティリティファクター=0.5

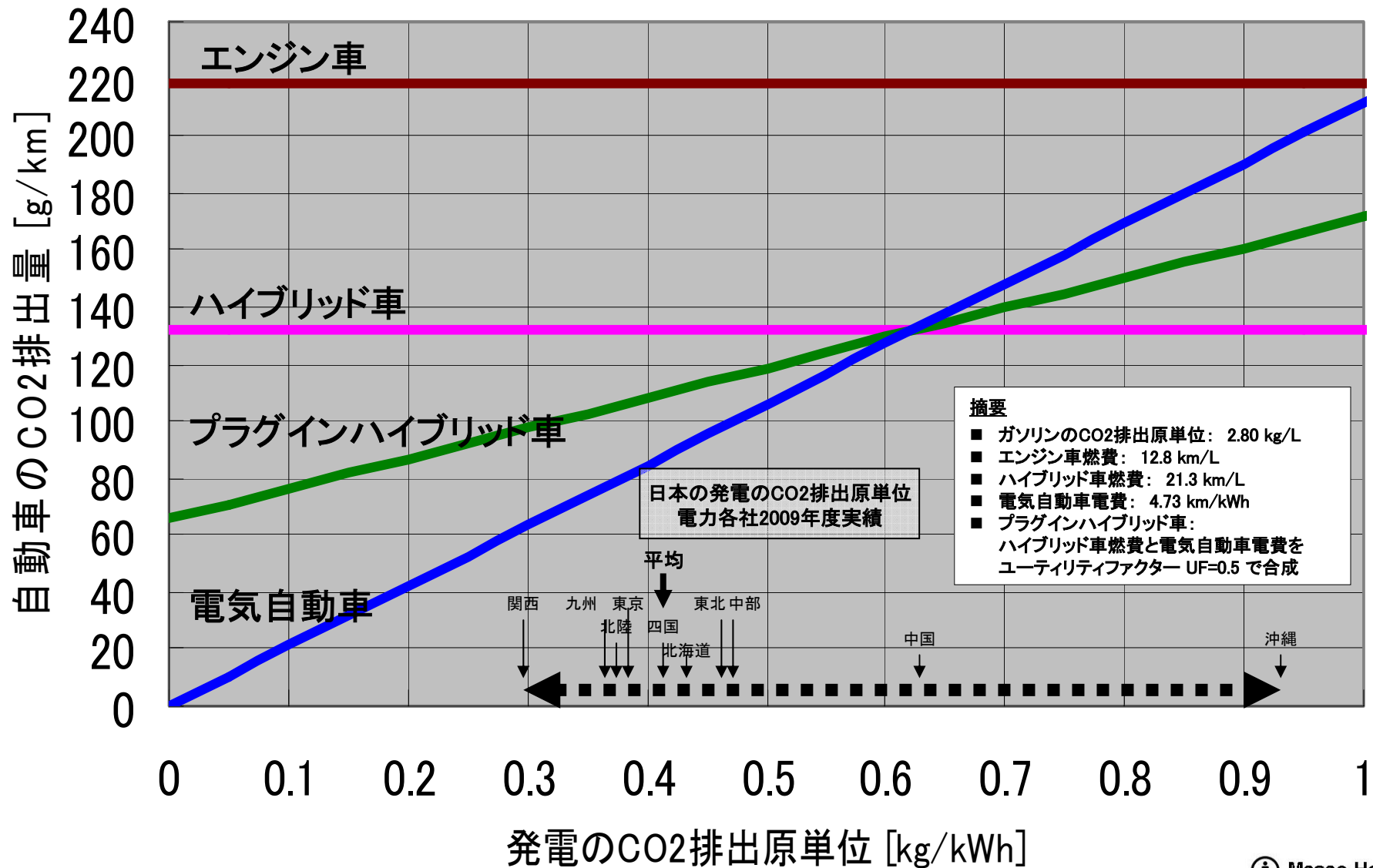
エンジン自動車(ティーダ)

EPA複合燃費=12.8 km/L

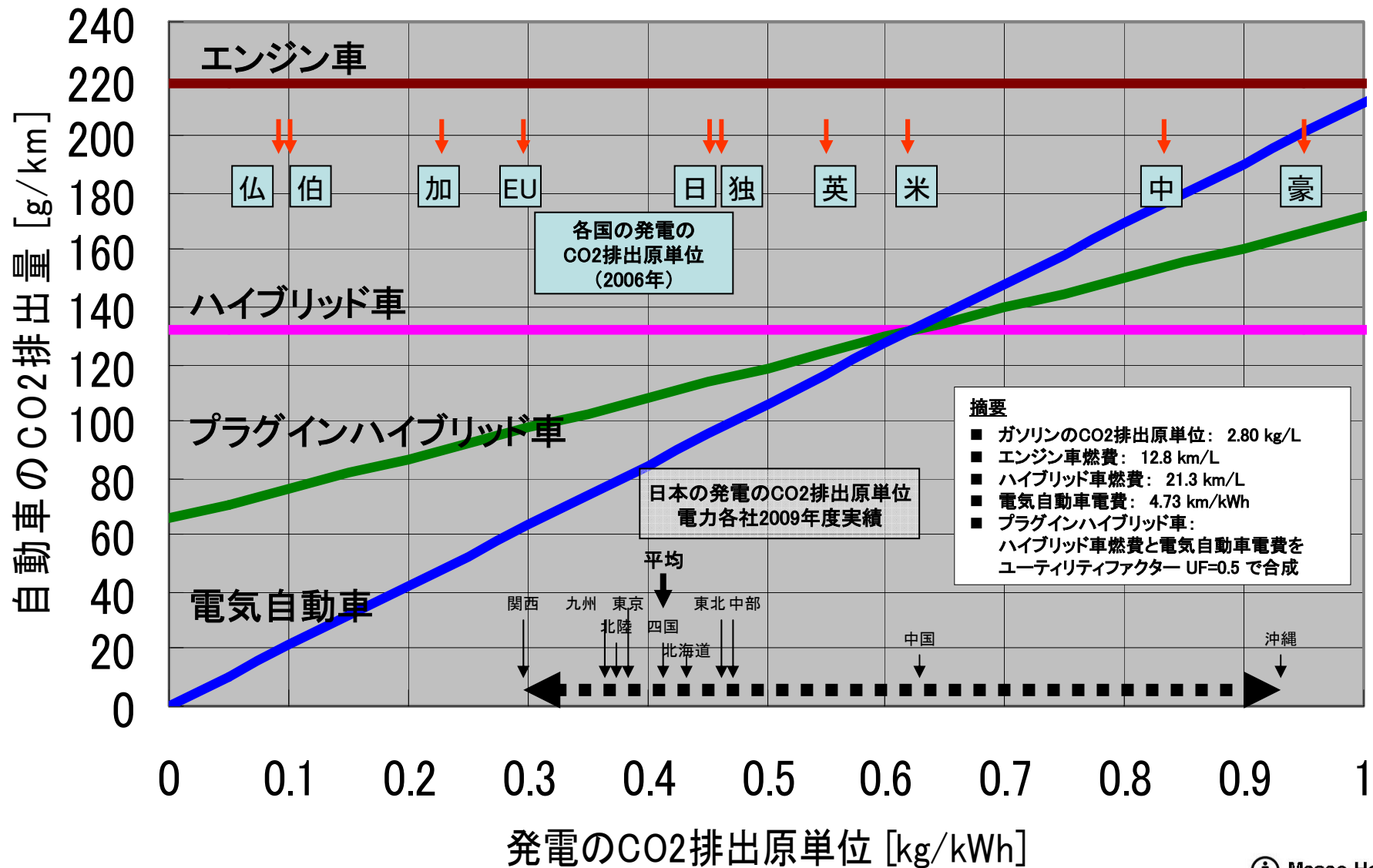
発電のCO2排出原単位と自動車のCO2排出量



発電のCO2排出原単位と自動車のCO2排出量



発電のCO2排出原単位と自動車のCO2排出量



3. プラグイン自動車による電力系統のシステムレベル・配電レベルへの影響

- プラグイン自動車導入による電力需要の増加
- 充電集中により電力系統全体でのピーク
- 充電集中による柱上トランスを共有する範囲でのピーク
- 充電制御の必要性

日本の自家用乗用車が全部電気自動車になった場合の必要電力量

必要電力量： 年840億KWh(全発電量の8.4%)

- 24時間平均充電の容量： 9.6 GW(100万キロワット発電所9.6基)
- 夜間8時間平均充電の容量： 29 GW(100万キロワット発電所29基)

29GWは現在の昼夜の電力需要の差よりかなり小さいので、充電が夜間8時間に分散されていれば容量的な問題はないが、充電が集中する場合はピークが発生することが考えられる。

参考(概算)

日本の年全発電量	10000億KWh
年平均発電出力	115 GW
全発電設備容量	240 GW
最大需要(真夏の昼)	180 GW
真夏の日の夜間需要	90 GW～120 GW

対象車種x台数の電動推進に必要な電力

乗用自家用登録車：	$4,202\text{万台} \times 10000 / 6 = 70033\text{ GWh}$
乗用自家用軽自動車：	$1,496\text{万台} \times 7500 / 8 = 14025\text{ GWh}$
乗用自家用車合計：	$84058\text{ GWh} = 840\text{億KWh}$

23

米国の送電機関(ISO/RTO)における充電制御の効果 (今後10年間に全米で100万台のプラグイン自動車の導入を想定)

Table 7. Load and Charging Projections in the U.S. ISO/RTO Regions

ISO/RTO	Total PEVs	Load if everyone charged at the same time (MW)	Load if charging is staged over 8 hours (MW)	Load if charging is staged over 12 hours (MW)
ISO-NE	61,074	338	75	50
NYISO	43,738	242	27	18
PJM	144,172	797	178	119
Midwest ISO	94,644	523	117	78
SPP	30,459	168	38	25
ERCOT	42,769	237	53	35
CAISO	267,654	1,480	331	221
TOTAL	684,510	3,785	819	546

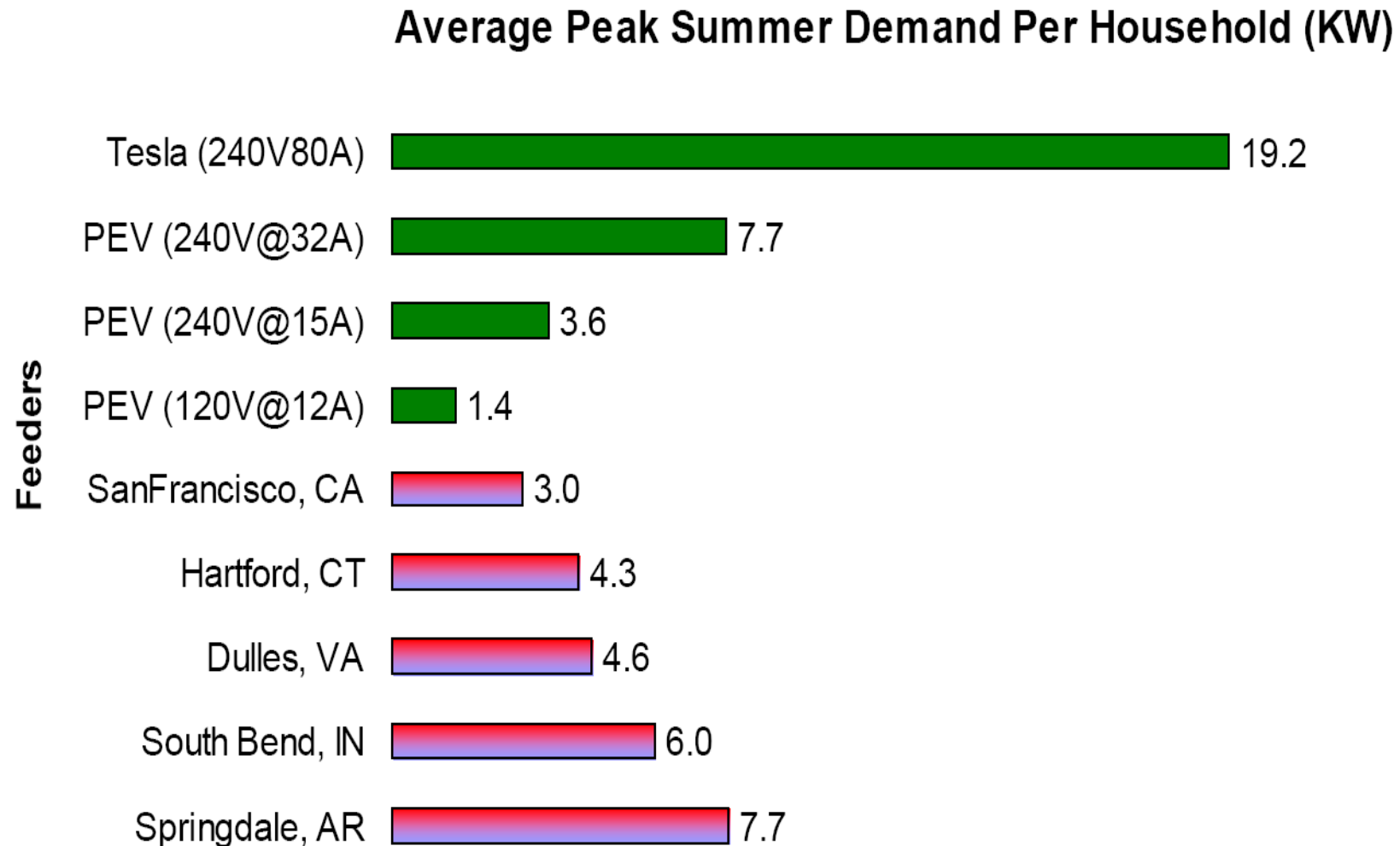
米国の主要都市における充電制御の効果

(今後10年間に全米で100万台のプラグイン自動車の導入を想定)

City Metro Area	Total PEVs	Load if everyone charged at the same time (MW)	Load if charging is staged over 8 hours (MW)	Load if charging is staged over 12 hours (MW)
New York	54,069	299	33	22
Los Angeles	119,069	658	147	98
Chicago	27,892	154	34	23
Washington, DC	37,520	207	46	31
San Francisco	91,005	503	112	75
Philadelphia	18,319	101	23	15
Boston	31,976	177	40	26
Detroit-Ann Arbor	10,718	59	13	9
Dallas-Fort Worth	10,961	61	14	9
Houston	12,032	67	15	10
Atlanta	8,017	44	10	7
Miami	11,346	63	14	9
Seattle-Tacoma	26,088	144	32	21
Phoenix	15,831	88	20	13
Minneapolis	10,574	58	13	9
Cleveland-Akron	8,574	47	11	7
San Diego	22,445	124	28	18
St. Louis	5,730	32	7	5
Denver-Boulder	11,230	62	14	9
Tampa-St. Pete	9,059	50	11	7

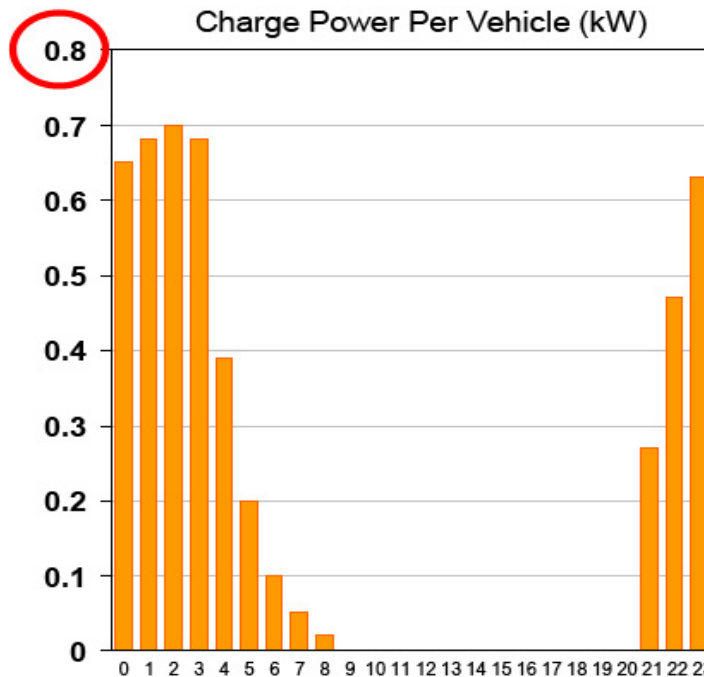
Note: Metro areas located within the ISO/RTO study are **bold**; other metro areas are in gray

プラグイン自動車の充電電力と家庭の消費電力の比較(米国)

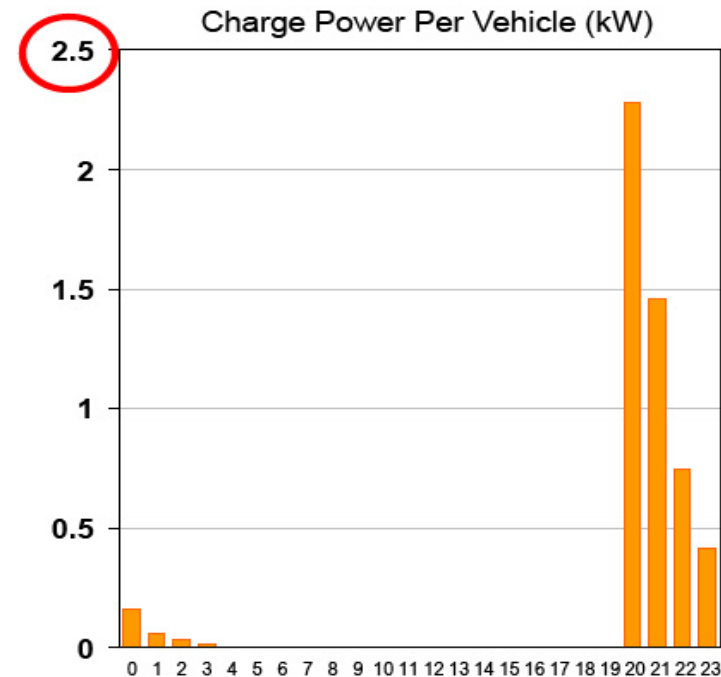


スマート充電による1台あたりの充電負荷の減少

Smart Charging Helps – If Done Right



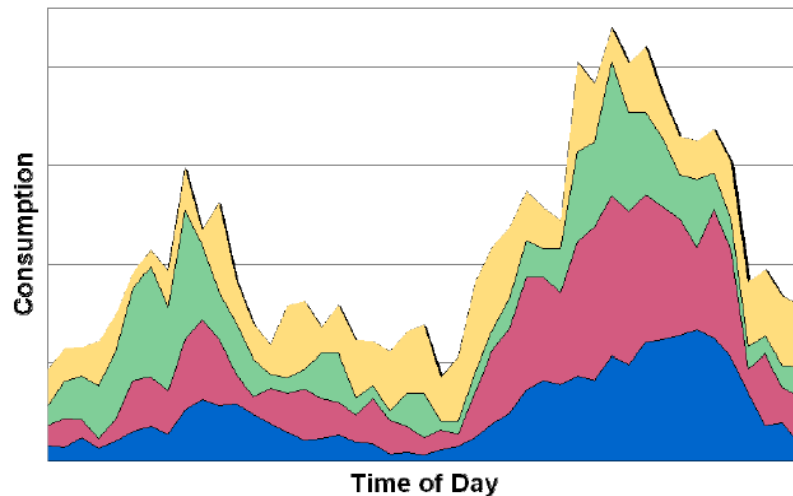
Shifts the charge load to nighttime, but spreads it out relatively evenly over 6 hours



Only shifting the time without evening out the profile can make the situation worse

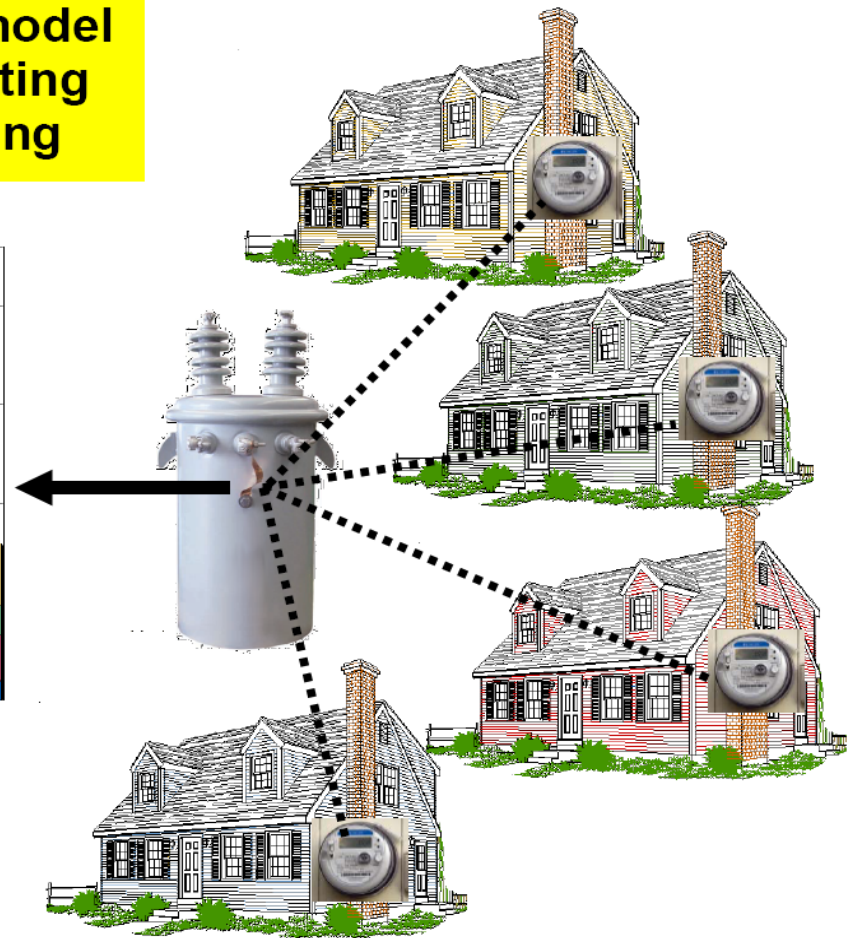
トランスの負荷モニタリングが将来必要

Planning tool using detail electrical model helps but the real solution to predicting localized hotspots is load monitoring



Transformer Load Monitoring

- Directly
- Using AMI (if integrated with transformer database)



4. プラグイン自動車による 電力系統への各種のサービス

- 電力系統への非常時のサービス
- 電力系統への定常的サービス
- V2Gの価値・対価

電動自動車による電力サービス

	非常時サービス		定常的サービス		
サービス種類*	電力供給 (V2E-L)	電力供給 (V2E-S)	電力融通 (V2H)	電力融通 (V2R)	電力融通 (V2G)
目的	長時間停電時 などの電力供給	短時間停電時 などの電力供給	HEMSとの 双方向 電力流通	電力系統の太陽 光など変動電源 のファームング**	電力系統の アンシラリー・ サービス
サービス時間	～数日間～	～数時間	駐車中常時	駐車中常時	駐車中常時
使用可能な 電動自動車***	HEV PHEV FCV	PHEV BEV	PHEV BEV	PHEV BEV	PHEV BEV
電力源	エンジン発電、 燃料電池	電池	電池	電池	電池
エネルギー源	ガソリン、水素、 軽油	系統電力による 充電	系統電力による 充電	系統電力による 充電	系統電力による 充電
車側の対応	通信・電力流通 双方向化	通信・電力流通 双方向化	通信・電力流通 双方向化	通信・電力流通 双方向化	通信・電力流通 双方向化
備考	燃料を追加すれ ば長時間可能	運用はV2H と共用	家庭用太陽光発 電のバッファも可	運用はV2G と共用	短時間のアップ・ ダウン

* Vehicle-to; E (Emergency L=Long time, S=Short time), H (Home), R (Renewables), G (Grid)

** Firming (安定化)

*** 電動自動車: ハイブリッド車(HEV)、プラグインハイブリッド車(PHEV)、電気自動車(BEV)、燃料電池車(FCV)

太陽光発電大量導入時の出力変動調整の可能性試算

	2020年		2025年		2030年	
プラグイン自動車(PHEV+BEV=PEV)合計_※1	338万台		1252万台		2806万台	
全乗用車に占める保有割合[%] ※1 次世代車およびプラグイン自動車	17.0%	5.9 %	38.4%	22.0 %	66.9%	49.3 %
[参考] 中期目標の次世代車保有割合[%] ※2	20%	40%	--	--	(40 %)	--
1台当り融通可能電力	3 kW	6 kW	3 kW	6 kW	3 kW	6 kW
プラグイン自動車による融通可能電力*3	659万 kW	1318万 kW	2441万 kW	4883万 kW	5472万 kW	10943万 kW
太陽光発電出力変動調整必要電力*4	1960万kW		(2835万kW)		3710万 kW	

※1 対象車種は自家用乗用車(登録自動車、軽自動車 計5698万台)、ユニバーサルエネルギー研究所の次世代自動車導入シナリオを使用

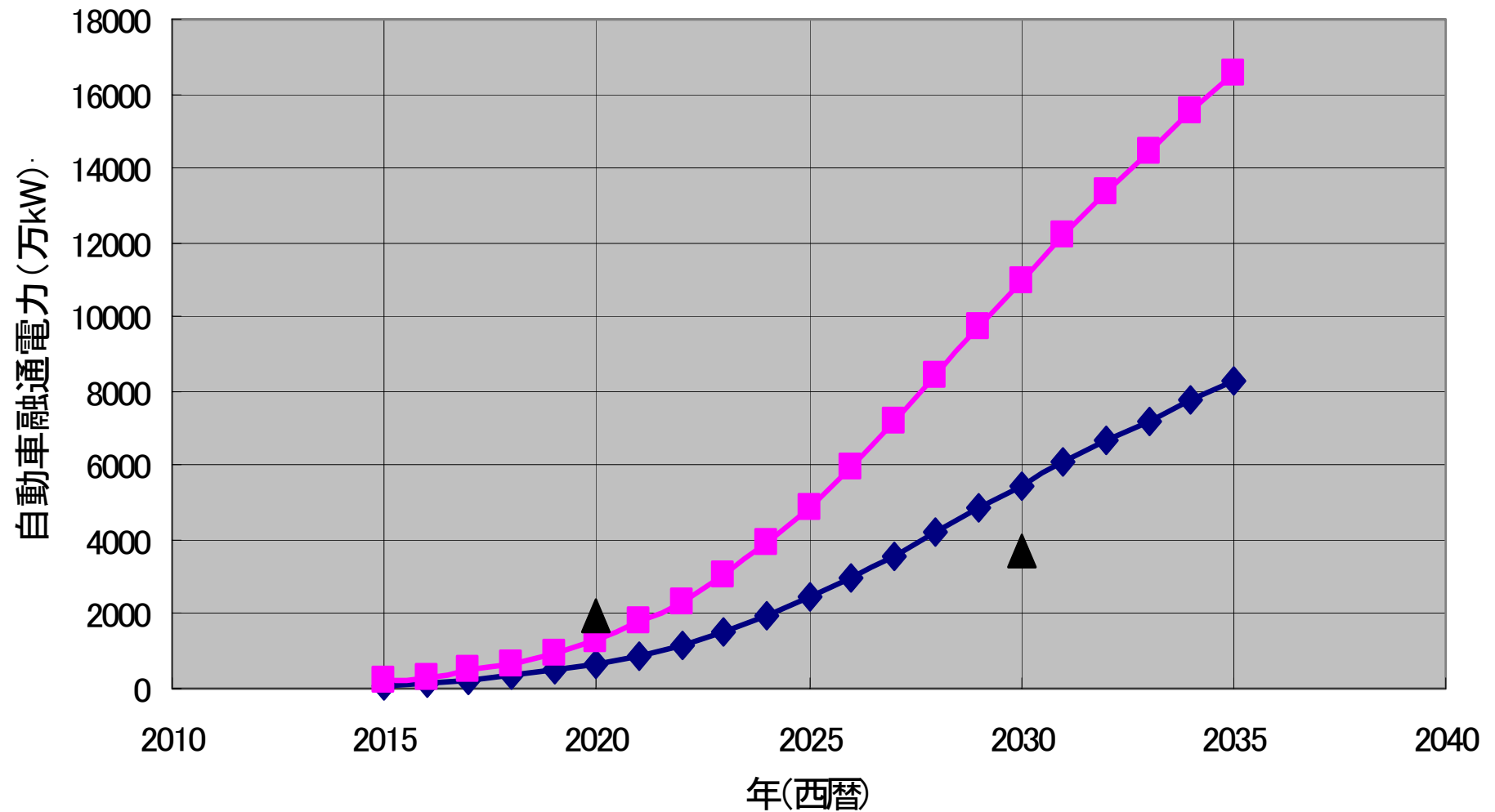
※2 内閣官房「地球温暖化対策の中期目標について」(2009年4月)、③1990年比▲7%ケースおよび⑥1990年比▲25%ケースの次世代自動車保有台数(%)

※3 プラグイン自動車の65%が駐車・プラグイン中で電力融通可能と想定

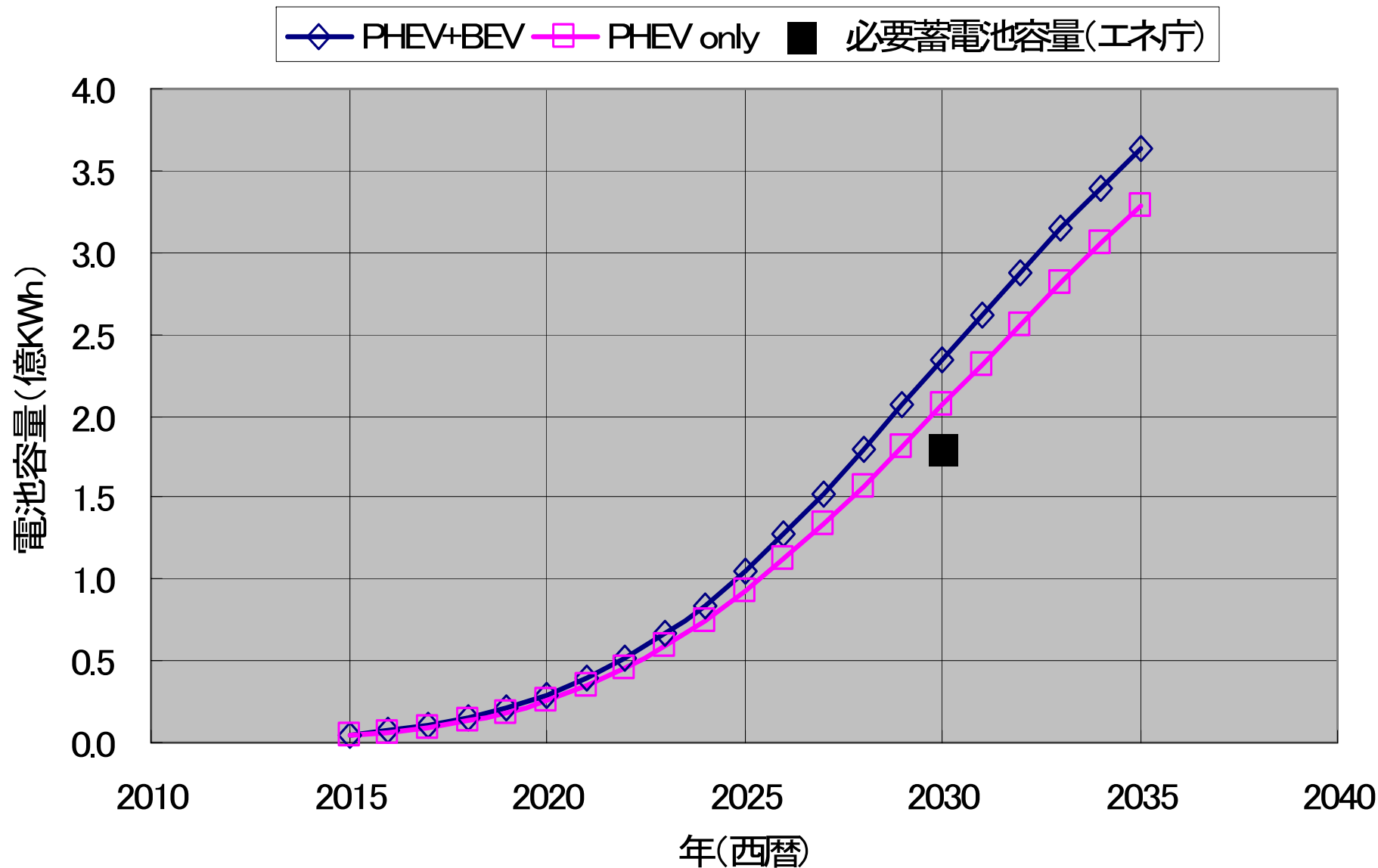
※4 太陽光発電出力変動の調整に必要な電力は、太陽光発電の変動が「ならし効果」により発電容量の70%に抑えられるとした場合

プラグイン自動車の融通可能電力 (系統接続率=65%)

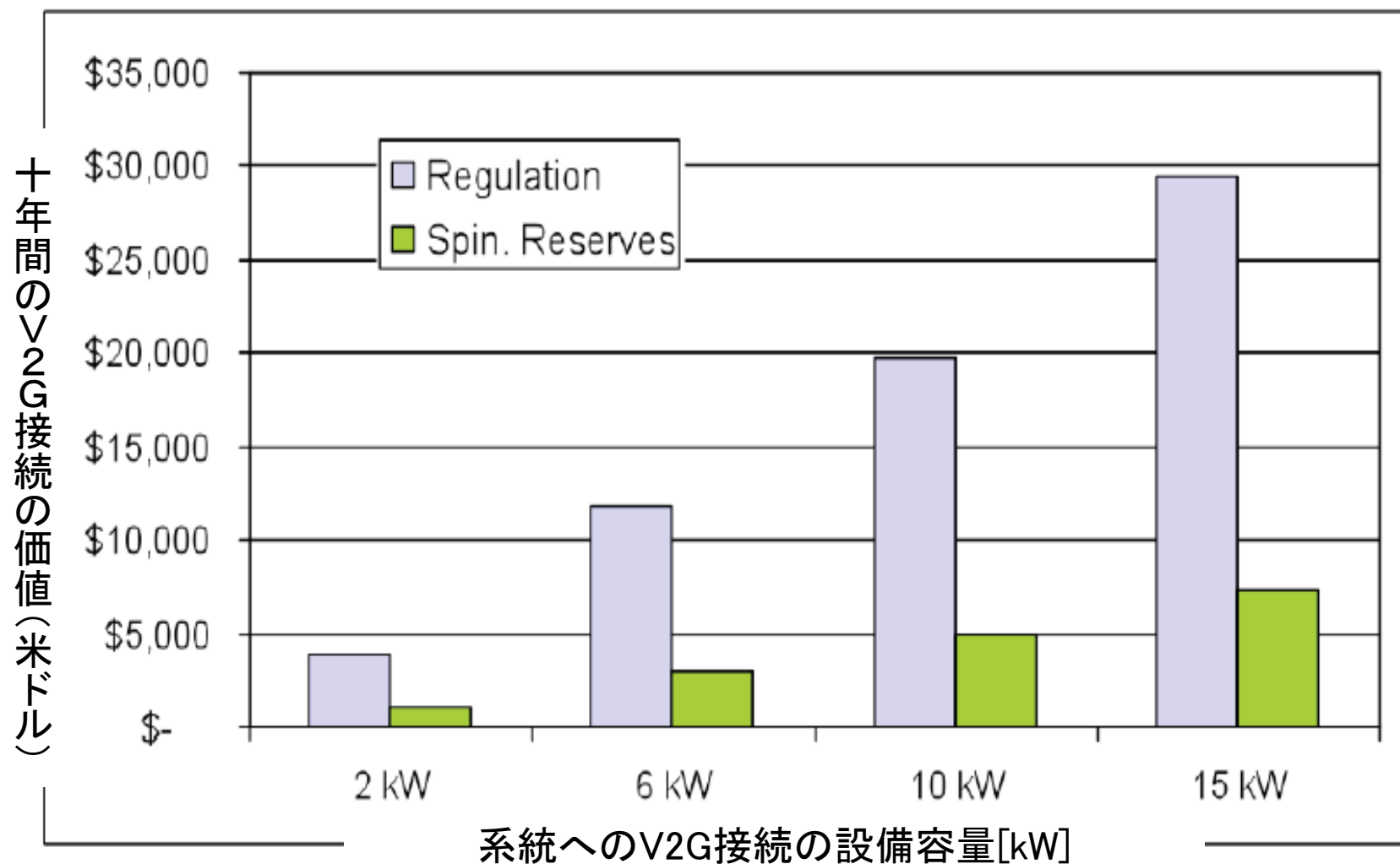
◆ 1台当り融通電力:3kW ■ 1台当り融通電力:6kW ▲ 太陽光変動幅



プラグイン自動車の電池容量 (系統接続率=80%)

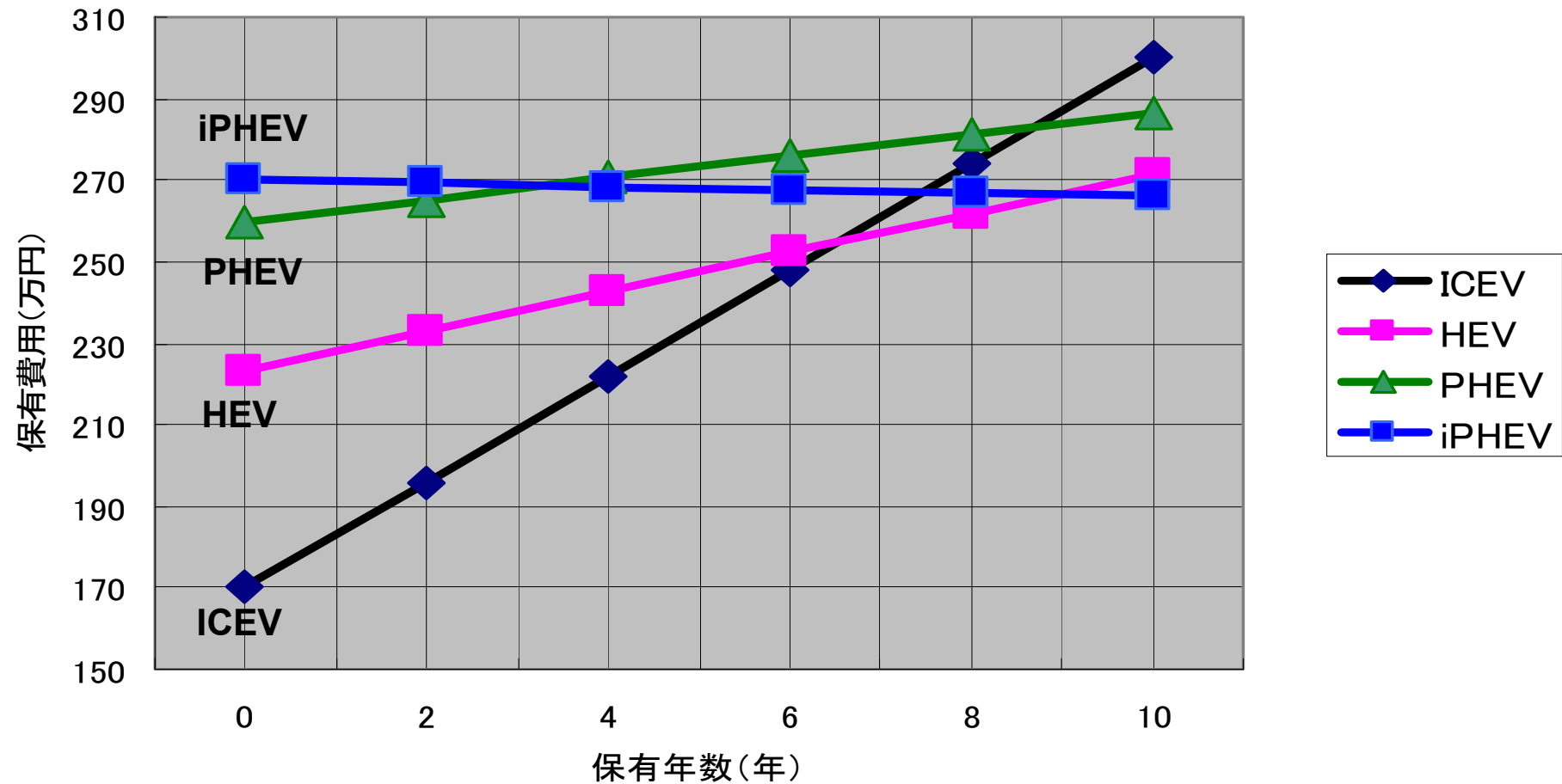


米国におけるV2Gによるアンシラリーサービスの価値



出典: W. Kempton, et.al., A Test of Vehicle-to-Grid (V2G) for Energy Storage and Frequency Regulation in the PJM System (2008)

10年間保有費用の比較 (比較イメージ)



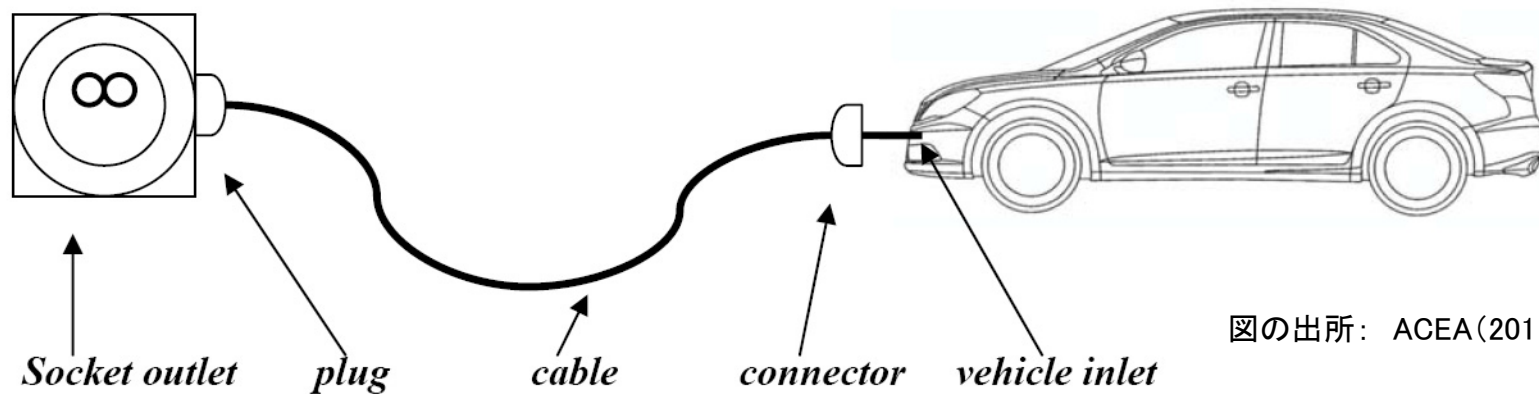
プリウス級車対象、年1万Km走行、平均走行パターン使用、電力走行70%

(i)PHEV電池10KWH x 3万円/KWH、ガソリン130円/L、電力10円/KWH、電力融通3万円/年

ICEV: エンジン車、HEV: ハイブリッド車、PHEV: プラグインハイブリッド車、iPHEV: 電力融通型プラグインハイブリッド車

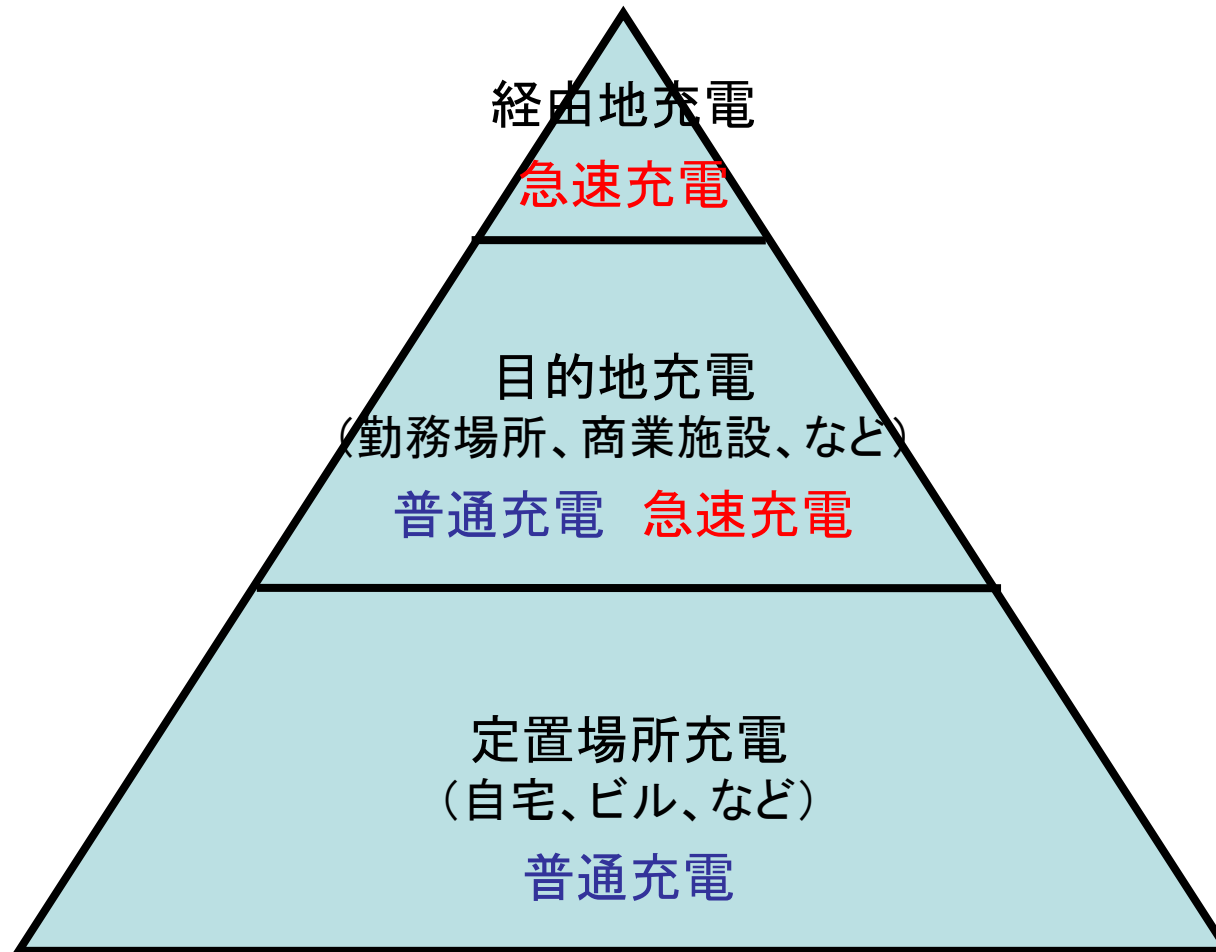
5. プラグイン自動車充電設備の海外の動向

- 充電のTPOと充電インフラ
- 充電のレベル・タイプ・モード
- 充電コネクタの標準化



図の出所: ACEA(2011)

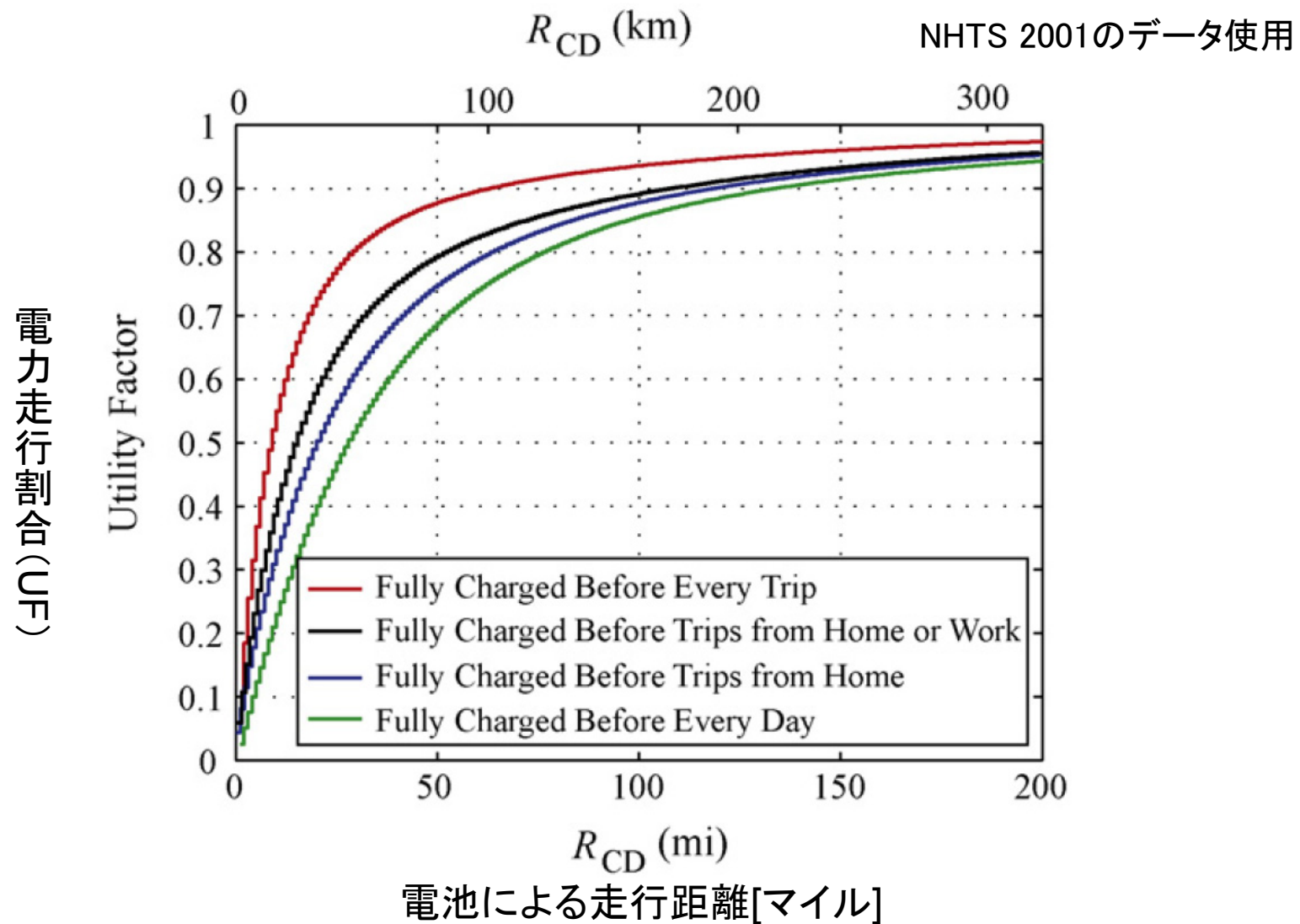
充電のTPO



充電インフラの構成

充電する場所	車の定置場所 自宅(戸建住宅、集合住宅)、ビル・事業所	走行の目的地 勤務先、商業施設、公共施設などの訪問先	走行の経由地 主要道路、高速道路のPA・SA、ガスタンク
代表的な充電タイプ	普通充電 (100V、200V)	普通充電(200V)および 急速充電	急速充電
代表的な充電時間帯	住宅・ビルでは夜 社用車は終日	通勤者は勤務時間中 来訪車は営業時間中	終日
この充電による主な走行	通勤、ショッピング、営業 など近距離走行	復路走行 (航続距離延長)	中～長距離走行 (航続距離延長)
滞在時間割合 (米国の例)	家 66%	勤務先 14% 買い物ほか 16%?	(走行 4.3%)

充電機会による電力走行割合の増加(米国の例)



充電のレベル(SAE)

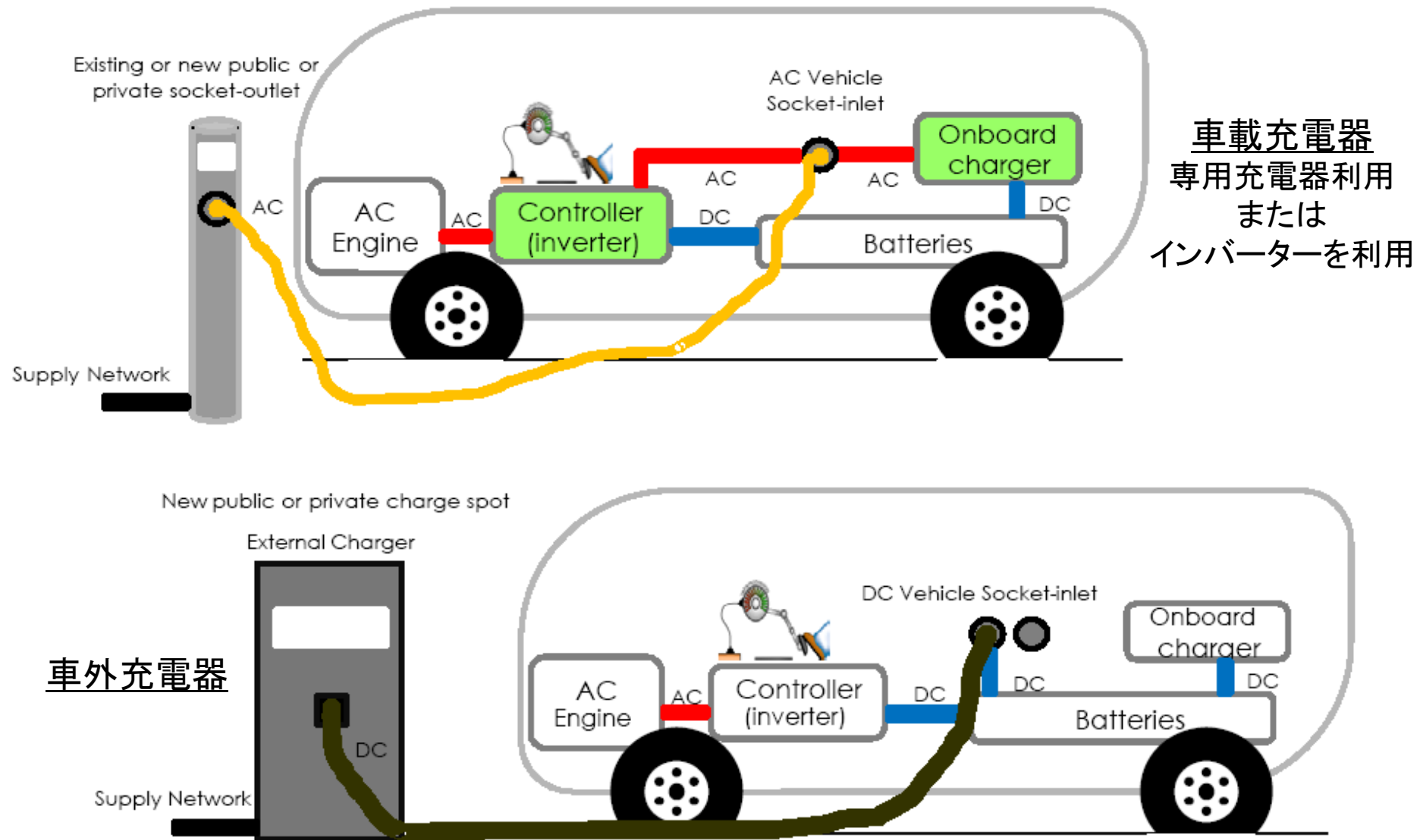
交流 (AC)		直流 (DC)	
AC Level 1	120 V AC single phase 12 A, 16 A 1.44, 1.92 kW	DC Level 1*	200 – 450 V DC ≤ 80 A ≤ 36 kW
AC Level 2	240 V AC single phase ≤ 80 A ≤ 19.2 kW	DC Level 2*	200 – 450 V DC ≤ 200 A ≤ 90 kW
AC Level 3*	(検討中) AC single or 3 phase ? > 20 kW ?	DC Level 3*	(検討中) DC 200 – 600 V ? ≤ 400 A ? ≤ 240 kW ?

* 未決定



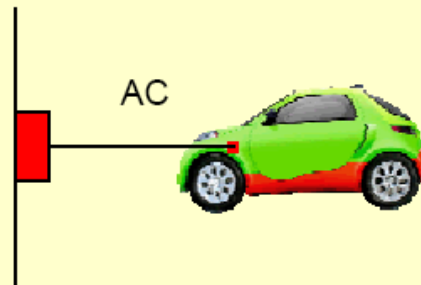
の範囲のレベルは「コンボカップラー」として統合の予定

交流充電(車載充電器)と直流充電(車外充電器)

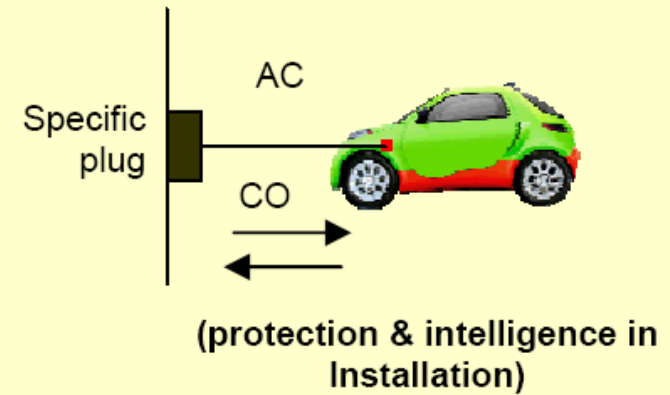


充電のモード(IEC)

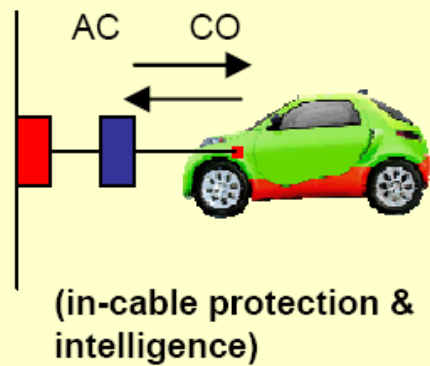
Mode 1:



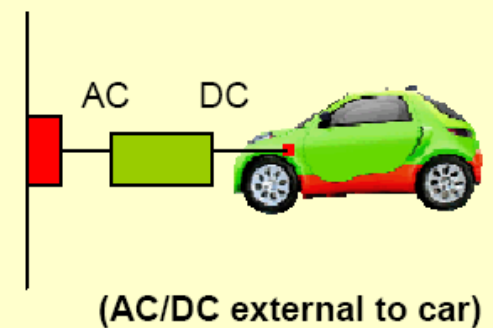
Mode 3:



Mode 2:



Mode 4:



充電のプラグタイプ (IEC)

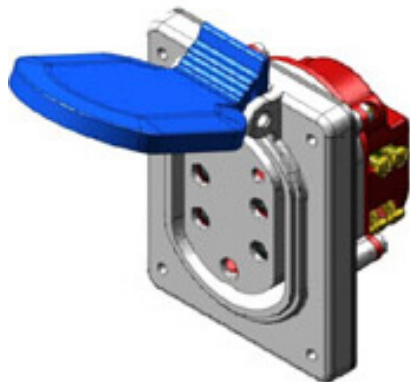
Type 1 交流・単相



Type 2 交流・単相/3相

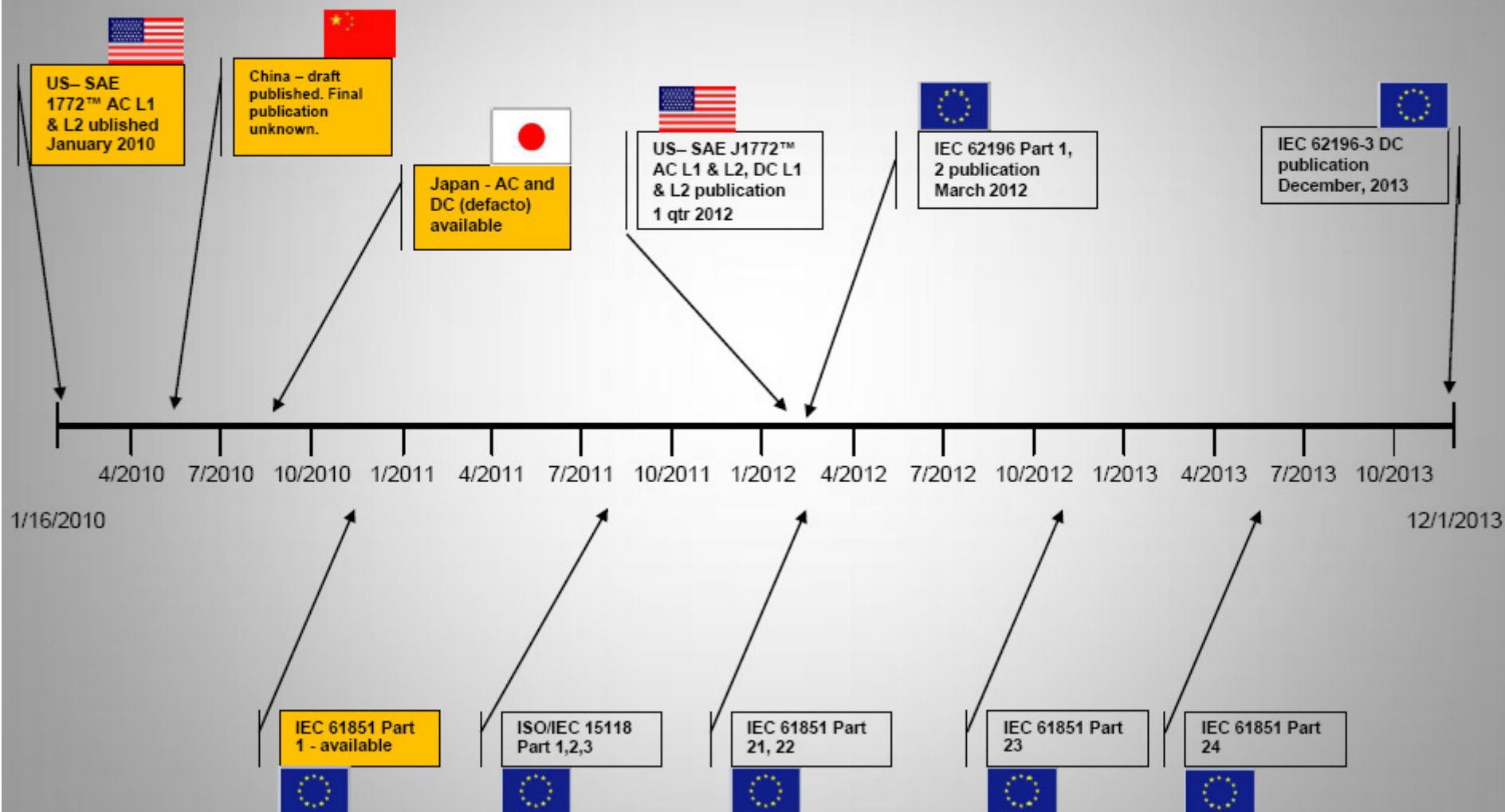


Type 3 交流・単相/3相
シャッター付き



出典: IEC 62196-2 & SAE J1772

Connector Standards Timing



SAEがコンボ・カップラーの標準化を発表

- SAE(米国自動車技術会)が2012年第1四半期にプラグイン自動車充電のための「コンボ・カップラー」を標準化すると発表(2011.8.12)
- コンボ・カップラーとは、次の容量の交流と直流の充電を統合したもの

AC Level 1	110V	~1.9kW
AC Level 2	220V	~19.2kW
DC Level 1*	200V~450V	~36kW
DC Level 2*	200V~450V	~90kW

(SAE J1772 *印は未確定)

- 日本では、交流充電は米国と同じ仕様だが、直流充電はCHAdeMO規格(500V・125A=62.5kW)による急速充電が事実上の業界標準

SAE Press Release:

http://www.sae.org/servlets/pressRoom?OBJECT_TYPE=PressReleases&PAGE=showRelease&RELEASE_ID=1591

コンボ・カップラー (SAE J1772、提案中)



出典： SAE

コンボ・カップラー標準化の影響(米国内)

- USDOEの助成で実施中の「EV Project」(全予算230M\$、幹事 Ecotality社)には310台の急速充電機整備の予算がついており、EPRIによると11年中に約100台の急速充電機が整備される予定。
- 急速充電機で規格化されているのは、現在はCHAdeMOのみ。既に、米国内でCHAdeMO充電機の設置が一部で進められている。
- SAEのコンボ・カップラーの標準化が決定されると、米国での今後の急速充電機の設置計画に影響することが想定される。
- 日本車では、LEAFとiMievの急速充電用に、CHAdeMO規格の充電インレットがついており、対策なしではコンボ・カップラーの急速充電機からの充電は出来ない。
- LEAFとiMievの普通充電用の充電インレットは、コンボ・カップラーの標準化が行われても、AC Level 1とAC Level 2用の充電機(EVSE)からこれまでと同様に充電できる。

欧州自動車工業会(ACEA)の プラグイン自動車の充電標準化に関する方針と勧告 2011.9.14発表

普通(交流)充電

フェース1(～2017年)

自動車インレット: とくに制限なし。

(タイプ2プラグ・モード3または家庭用プラグ・モード2をケーブル付きで提供)

公共用充電: タイプ2・モード3

家庭用充電: タイプ2・モード3、家庭用コンセント・モード2、など

家庭用コンセント・モード1も存続可

フェース2(2017年～)

自動車インレット: タイプ2・モード3をケーブル付きで提供

公共用充電: タイプ2・モード3

家庭用充電: タイプ2・モード3 (*家庭用コンセント・モード1も存続可*)

急速充電

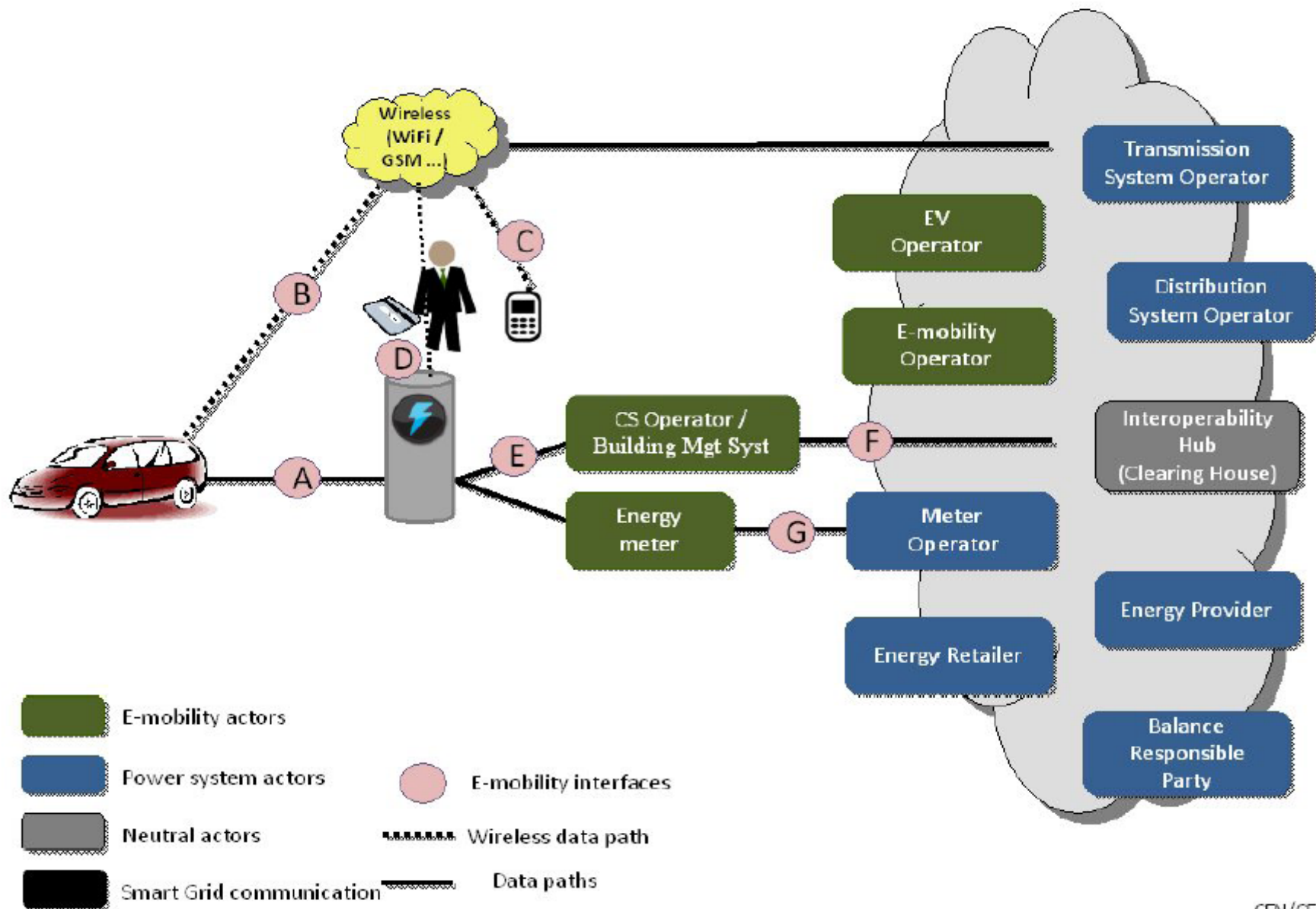
急速交流充電(～43kW)、急速直流充電(～43kW)、超急速直流充電(43kW～)

自動車インレットと公共用・フリート用・家庭用充電には、タイプ2またはコンボ2のコネクター

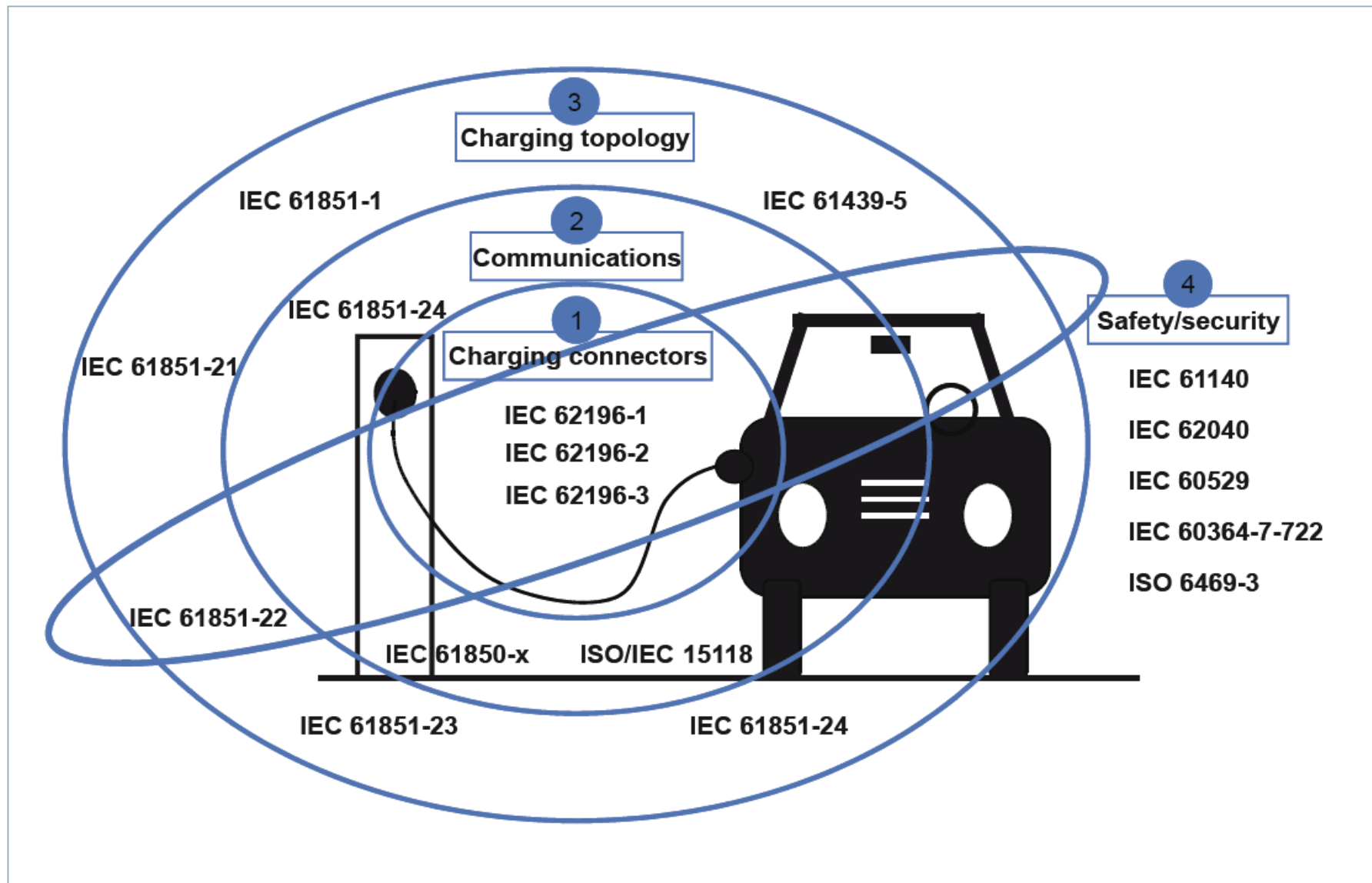
通信方式

充電のための通信方式・プロトコール、V2Gのためのグリッド・PEV直接通信やEVSE經由通信などについても言及

充電に関係した通信(CEN)



充電インターフェースに関連したプロトコル・通信などの標準化

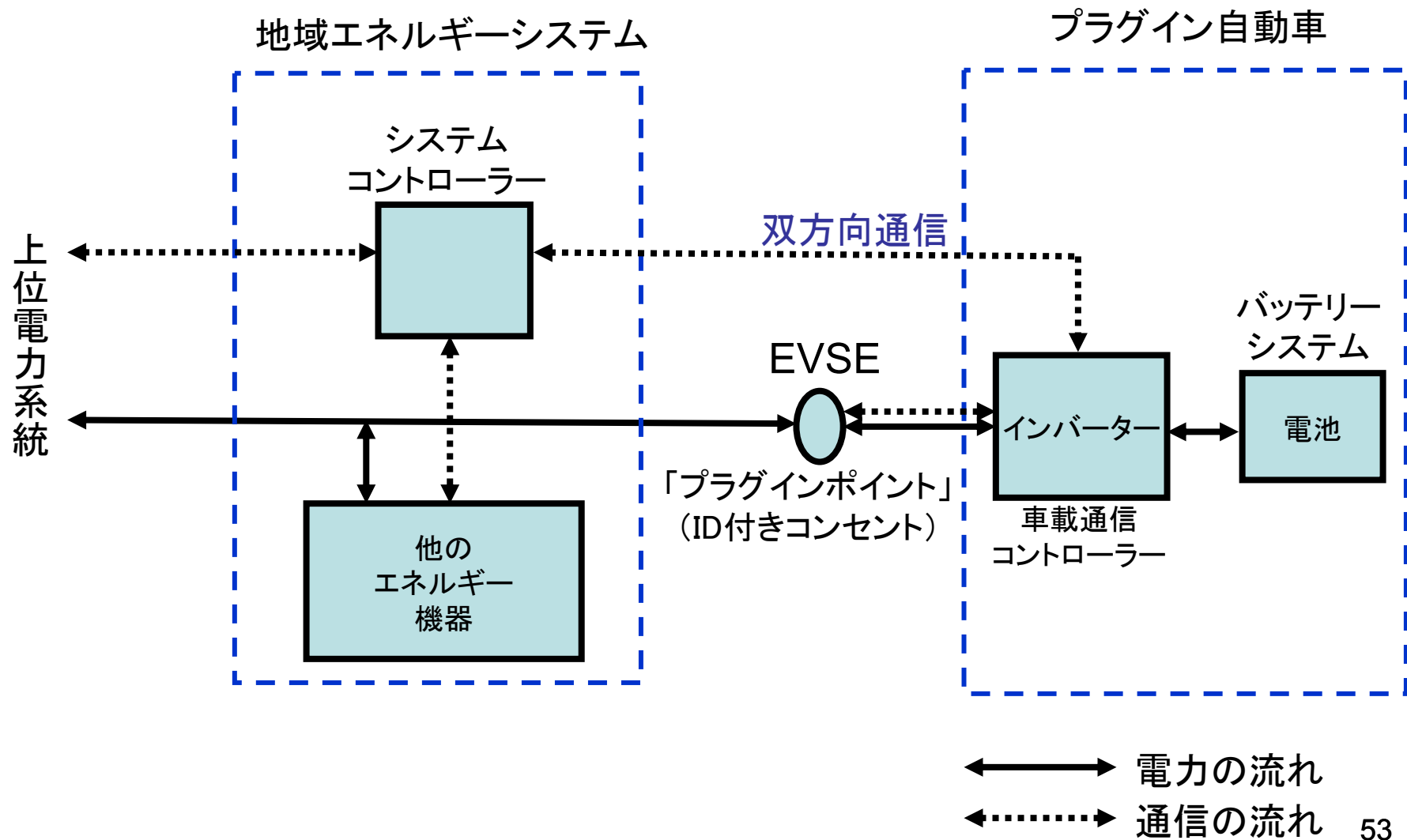


6. 自動車・電力系統を統合したシステム

- 双方向通信/電力流通システムのコンセプト
[電力系統—(EVSE)—車載コントローラー]
- アグリゲーターによる電力取引
- 電池・パワエレのライフサイクル設計
- プラグイン自動車によるエネルギーシステム

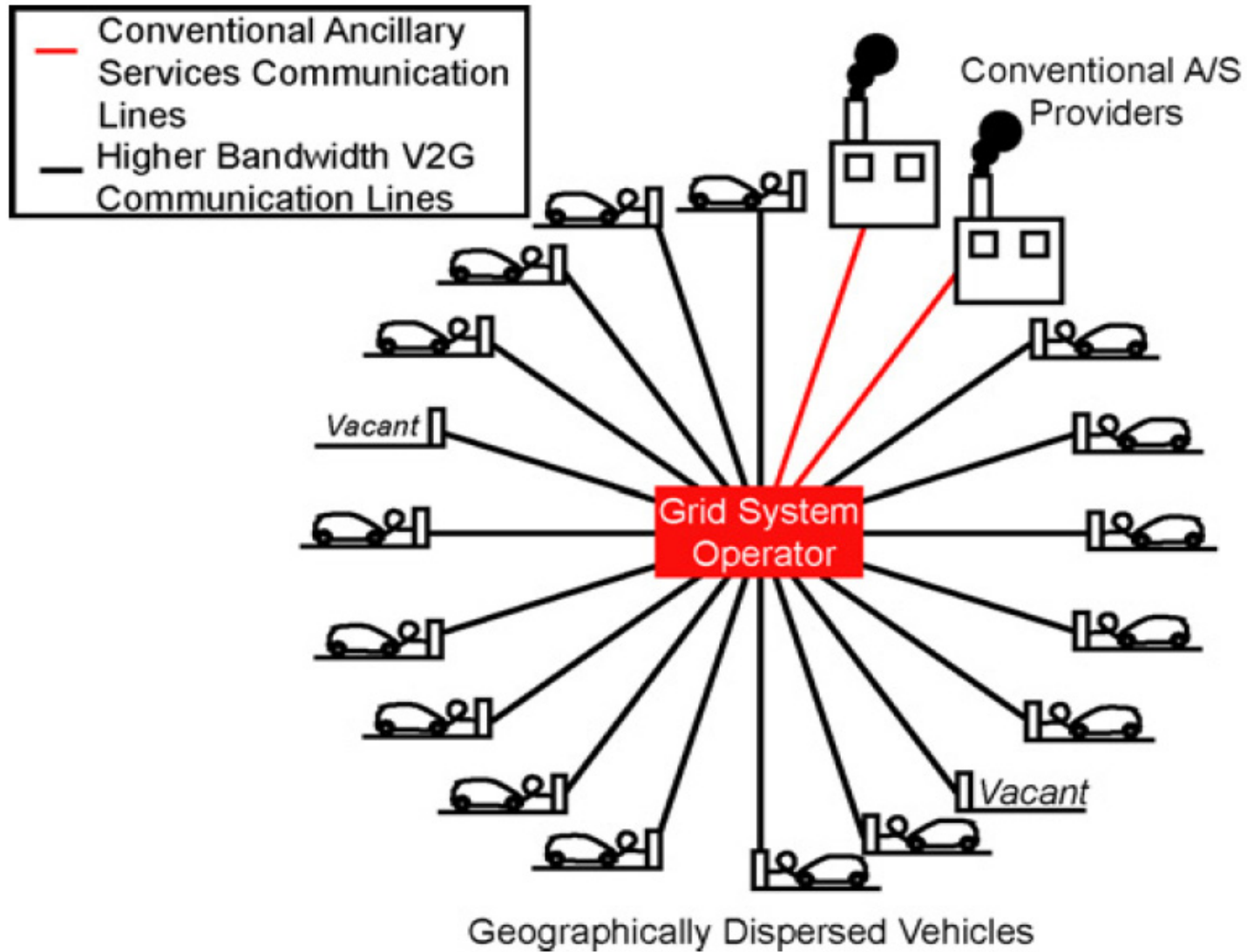
電力系統・プラグイン自動車の双方向電力流通のコンセプト

プラグインポイント・車認証方式



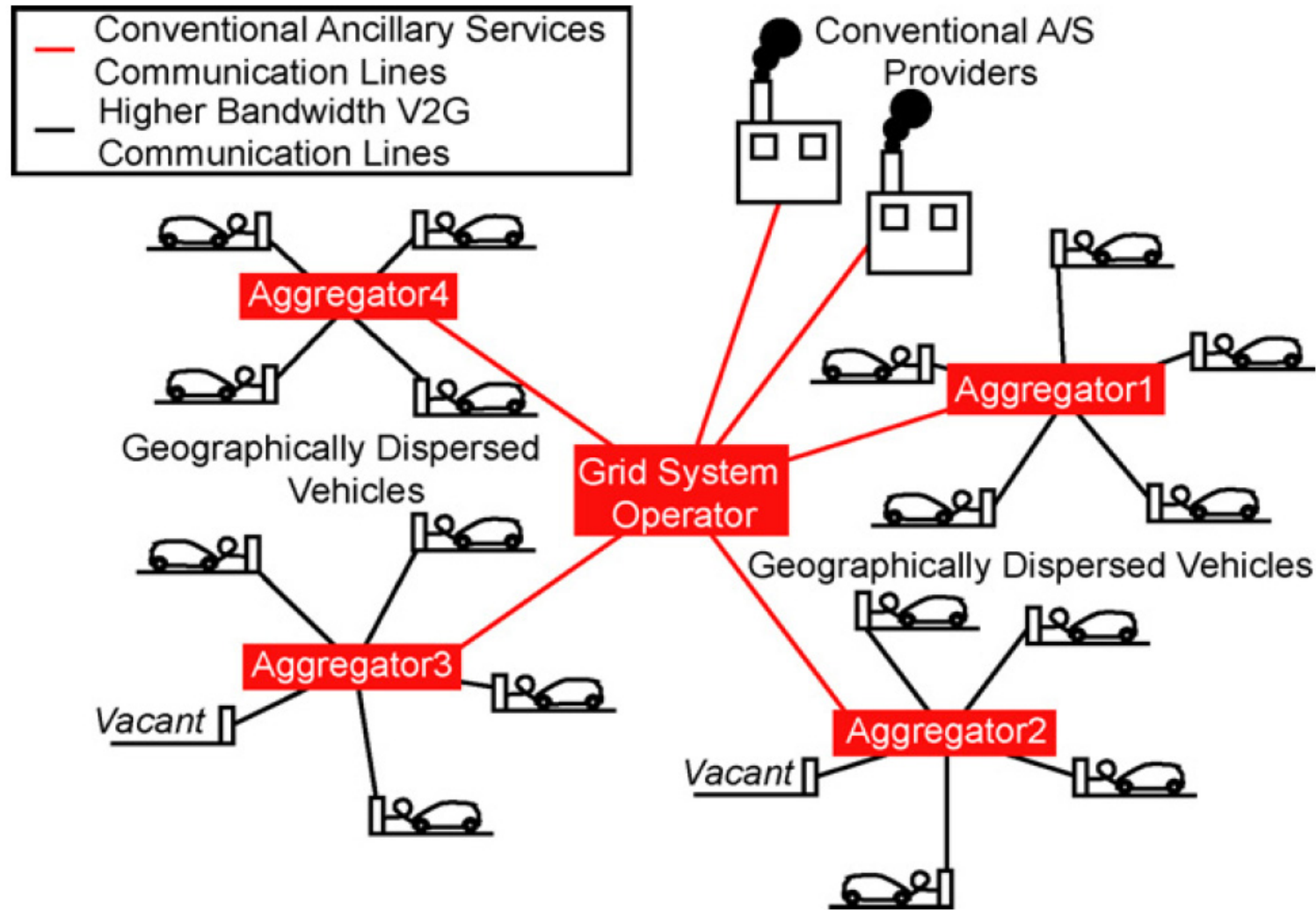
プラグイン自動車のV2Gネットワーク(1)

直接・決定論的構造

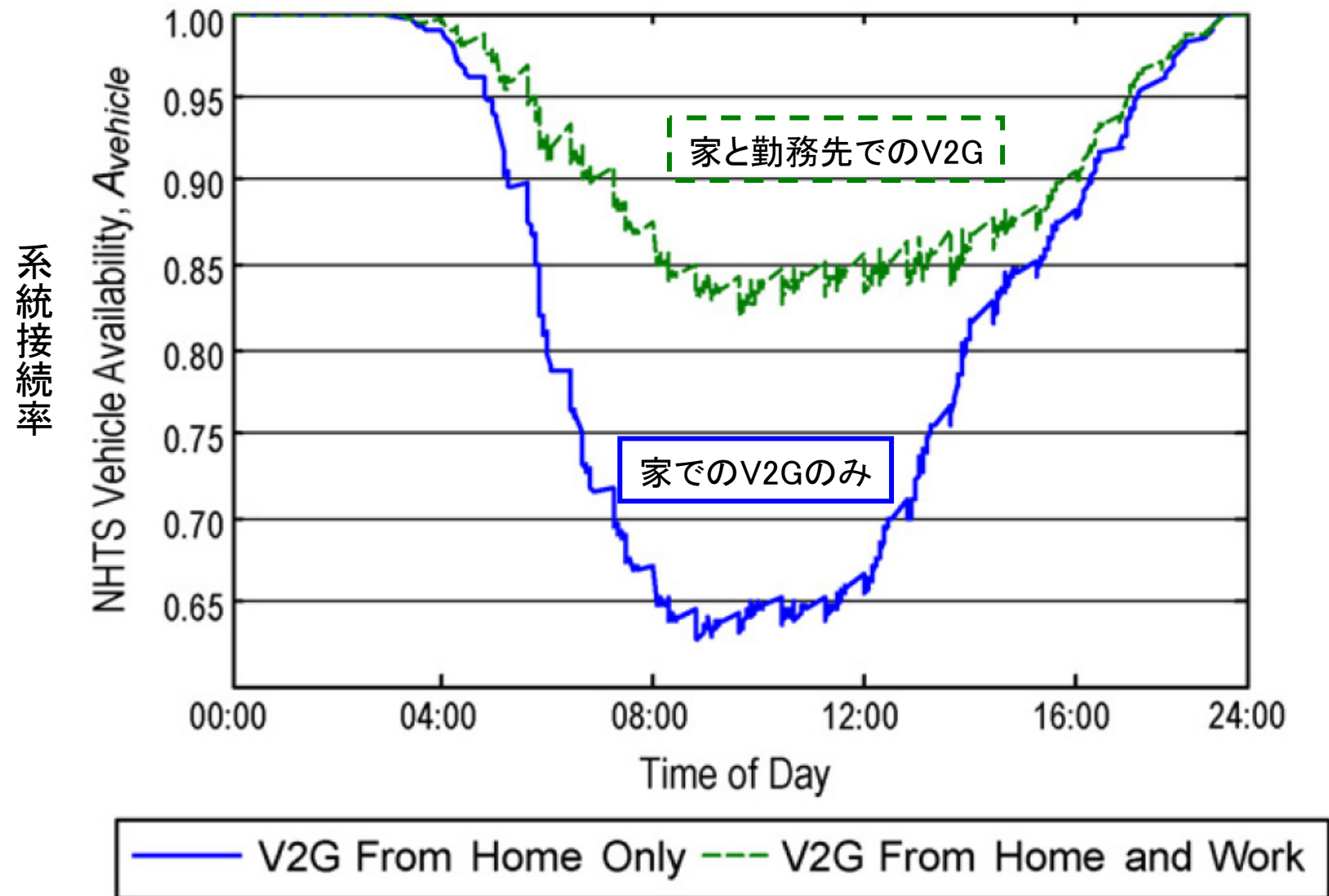


プラグイン自動車のV2Gネットワーク(2)

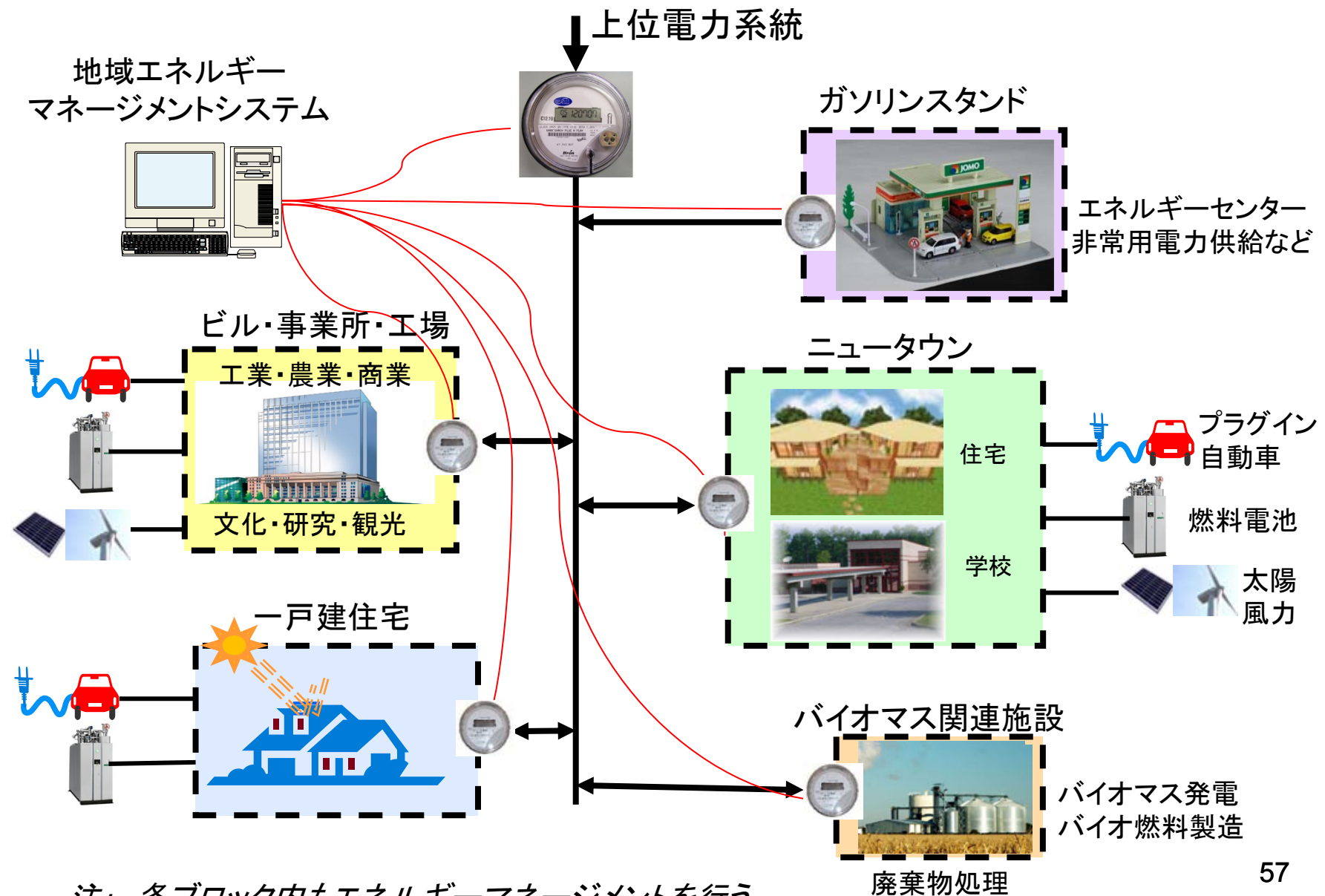
アグリゲーター経由・集合性構造



プラグイン自動車の系統接続率(時間変化) 米国NHTSのデータから推定



地域エネルギーシステムによるエネルギー統合 プラグイン自動車は重要プレーヤー



注：各ブロック内もエネルギーマネージメントを行う

自動車-グリッド・インタラクションなど 自動車電動化の課題への対応

- プラグインハイブリッド車のユーティリティファクターと燃料消費率

ユーティリティファクターのバージョンアップと燃料消費率表示の合理化

- 電源構成とプラグイン自動車のCO₂排出量

発電のCO₂排出係数との関連で電気自動車のメリットの整理

- プラグイン自動車による電力システムのシステムレベル・配電レベルへの影響

システムレベルおよび配電レベルの影響評価と充電制御の検討

- プラグイン自動車による電力システムへの各種のサービス

電力システムへの各種サービス(V2X)と前項の影響を総合した双方向電力流通・通信システムのグランドデザイン

- プラグイン自動車充電設備の海外の動向

充電のTPOによるインフラ整備と普通充電の強化

- 自動車・電力システムを統合したシステム

双方向電力流通・通信システム構築に向かったハード・ソフト・制度・ビジネスおよびエネルギーシステムの面からの検討