

「クルマの電動化からグローバル エネルギーマネジメントまで」

～持続可能な社会に向けた、賢い電気の使い方～



PHEV



FCEV



EV

寺谷 達夫

名古屋大学大学院 非常勤講師 (元トヨタ自動車 主査)

内容

1. 自動車における「賢い電気の使い方」

- 車両エネルギーマネジメント; HEV
- トータルエネルギーマネジメント; PHEV, EV, FCEV

2. 自動車・鉄道・家電・通信分野との連携

- 新しい省エネルギーシステム、V2H
- スマートコミュニティ

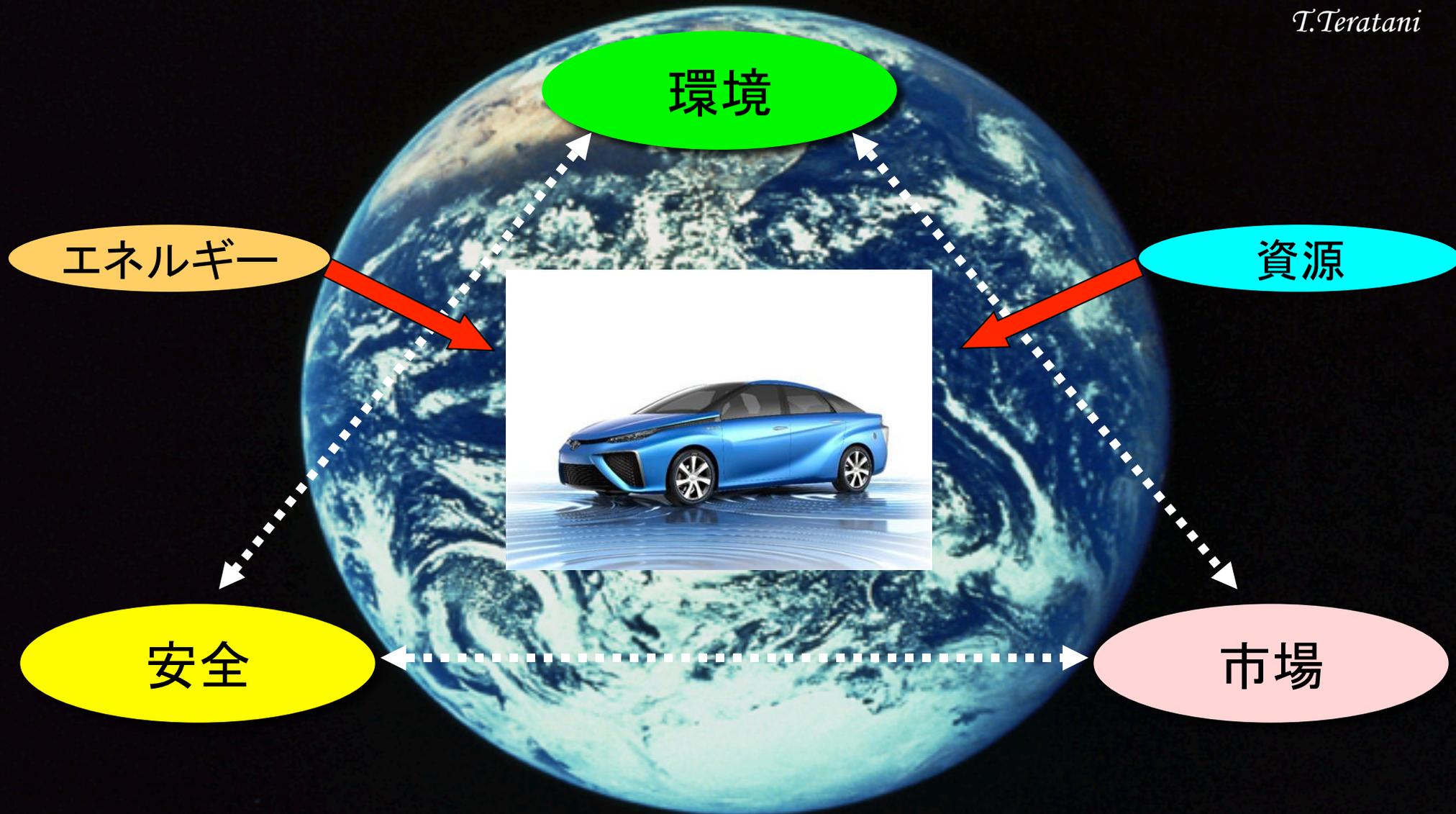
3. 将来ビジョン～循環型社会を目指して～

- グローバルエネルギーマネジメント
(*50年後の「クルマ」と「エネルギー」への思い)

21世紀の5つの潮流

自動車

T.Teratani



環境

自動車と環境対応



局地的な問題

大気汚染

廃棄物処理



広域的な問題

酸性雨



地球的規模の問題

地球温暖化

化石燃料枯渇

資源枯渇

自動車の課題

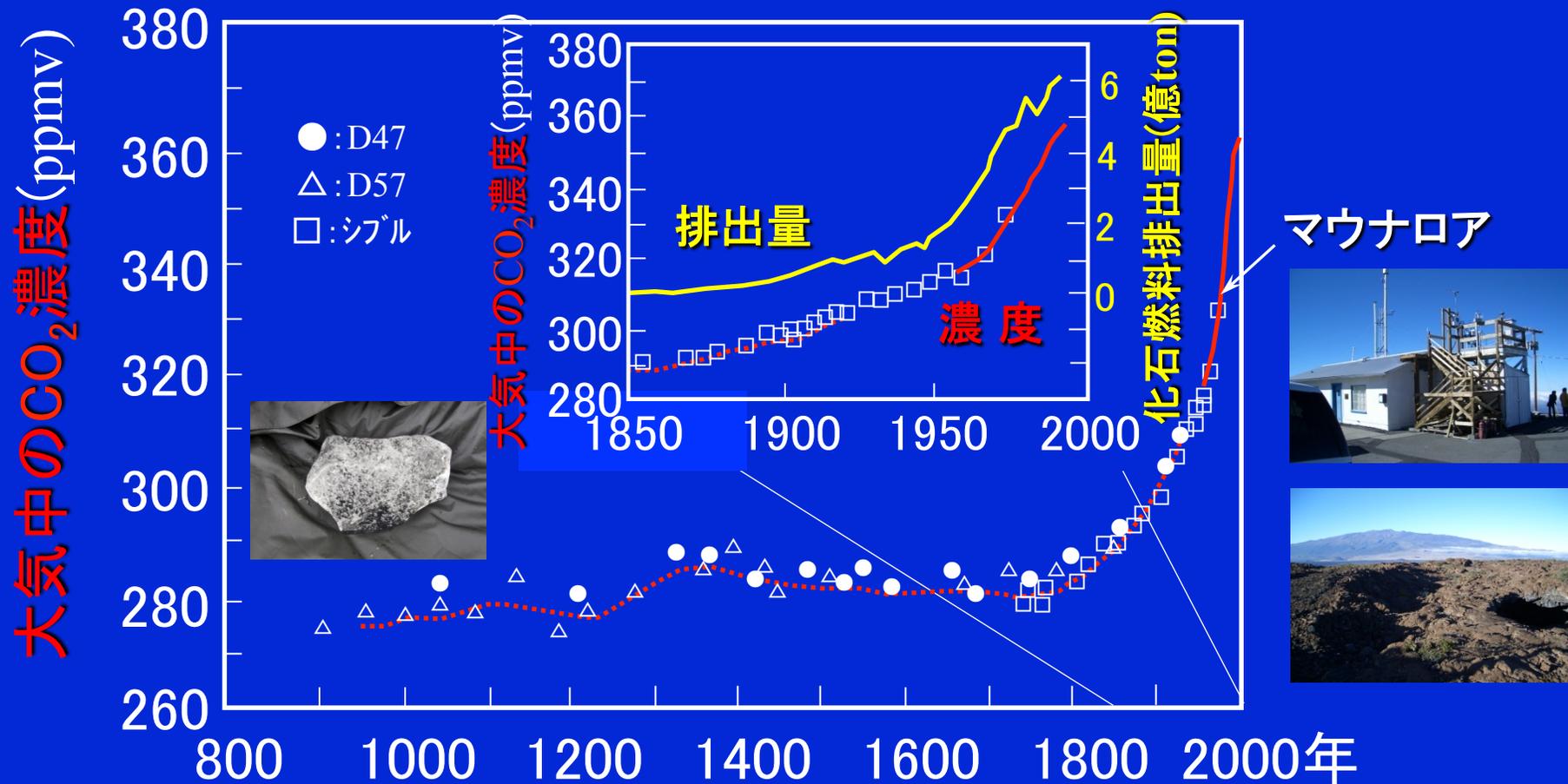
排出ガス低減

CO₂低減
(燃費)

リサイクル性
向上

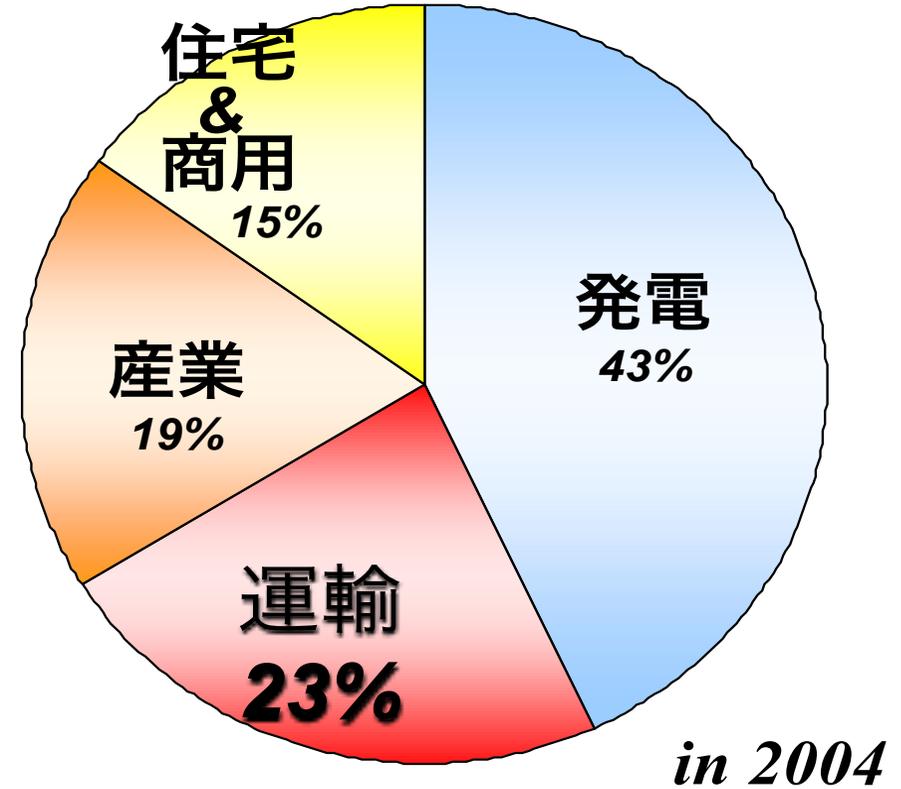
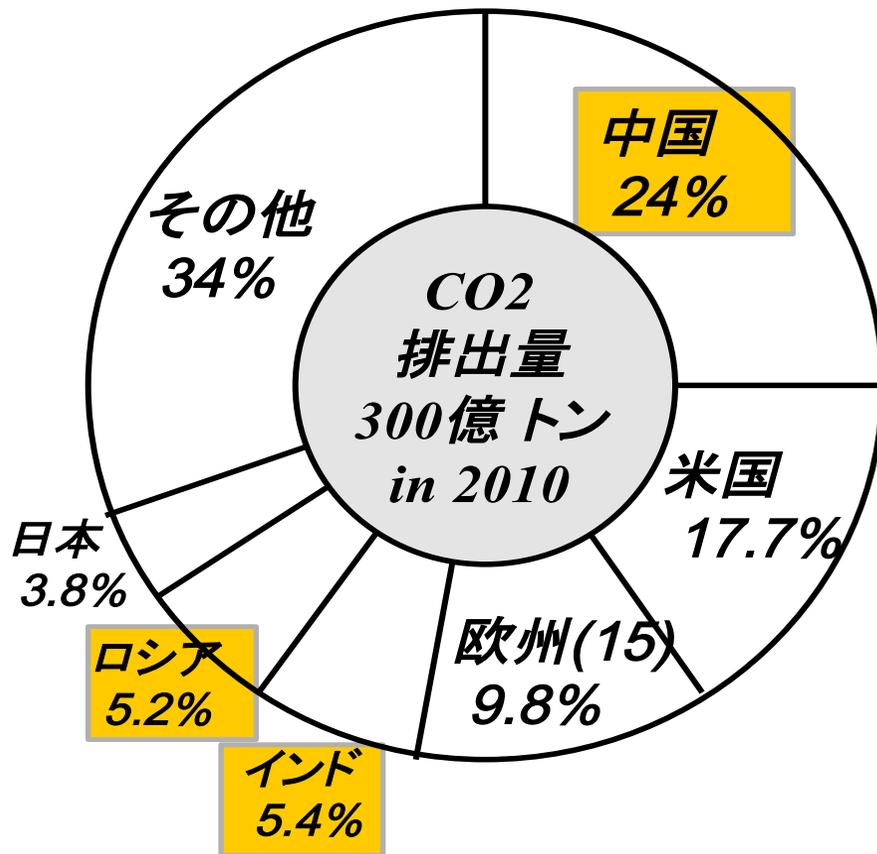
CO₂濃度の変遷

IPCC95年報告書



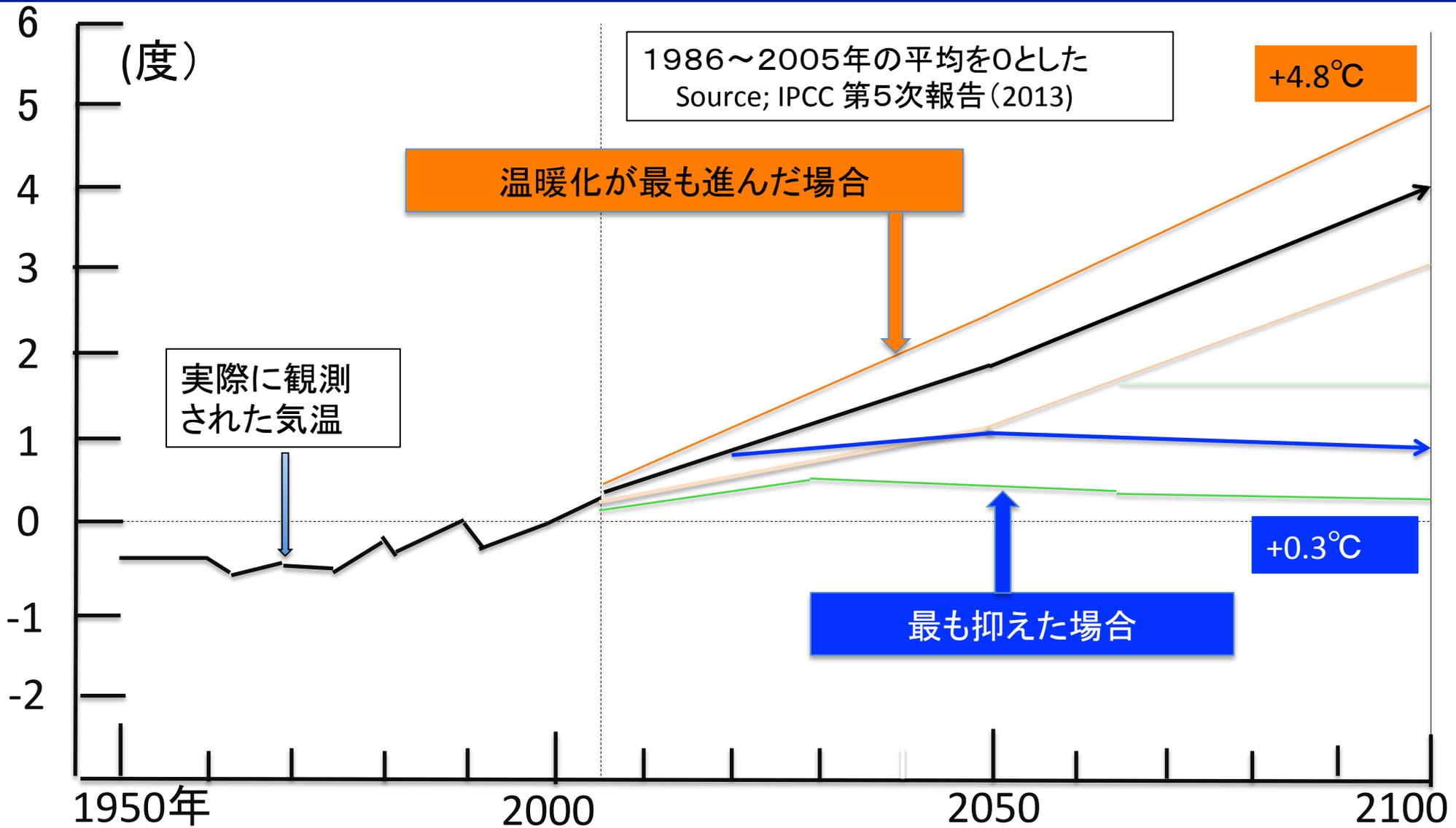
注) マウナロア ; 米国ハワイにあるCO₂観測所
1958年より定点観測開始

世界のCO2排出量



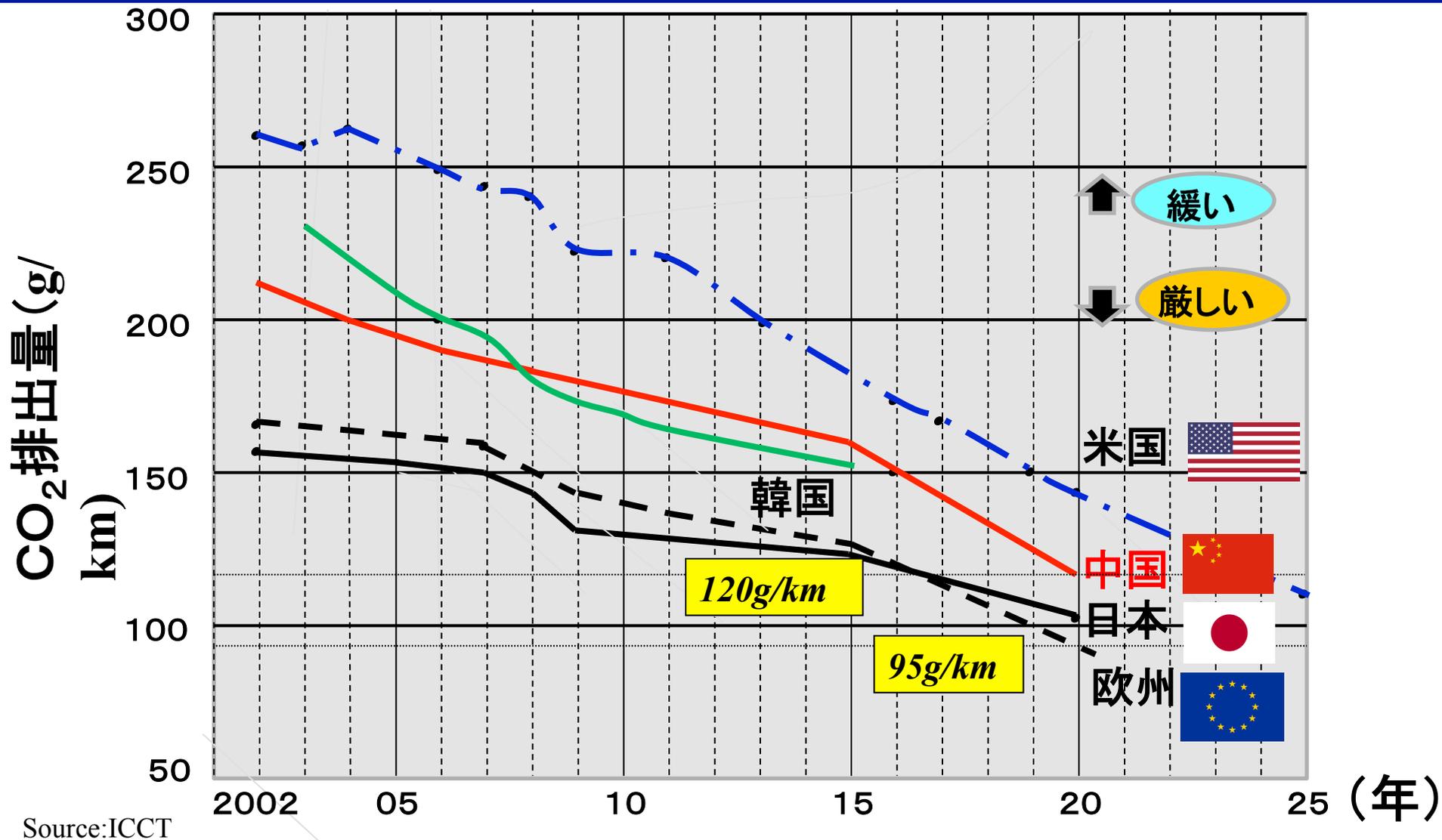
新興国の排出増大、運輸部門は1/4を占める

世界の平均気温上昇の予測



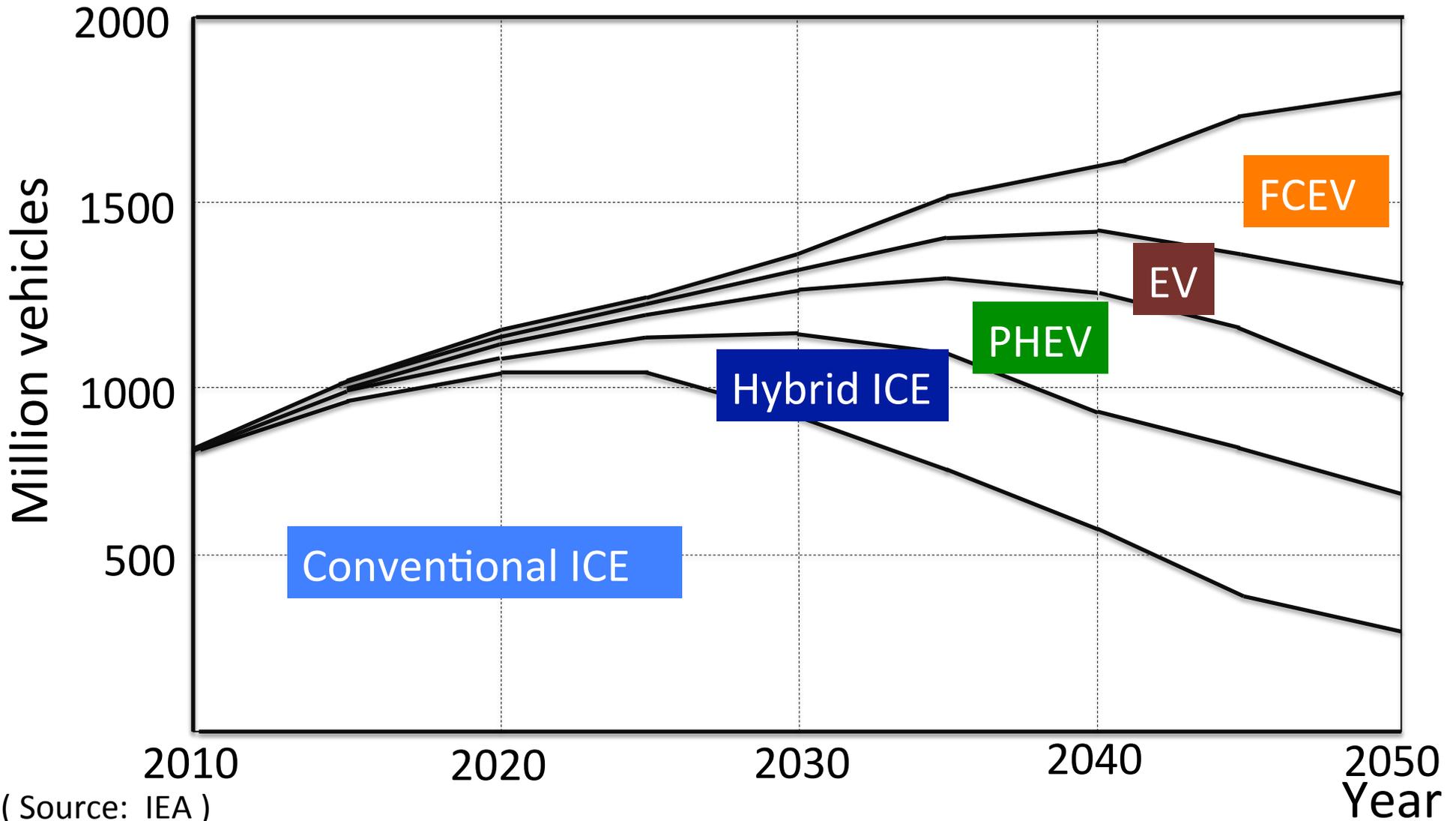
今世紀末、目標(+2°C)達成はかなり困難な情勢！

主要国のCO₂排出ガス規制



2020年, 欧州CO₂規制(95g/km)が最も厳しい!

2050年までの世界の電動車両保有台数の予測

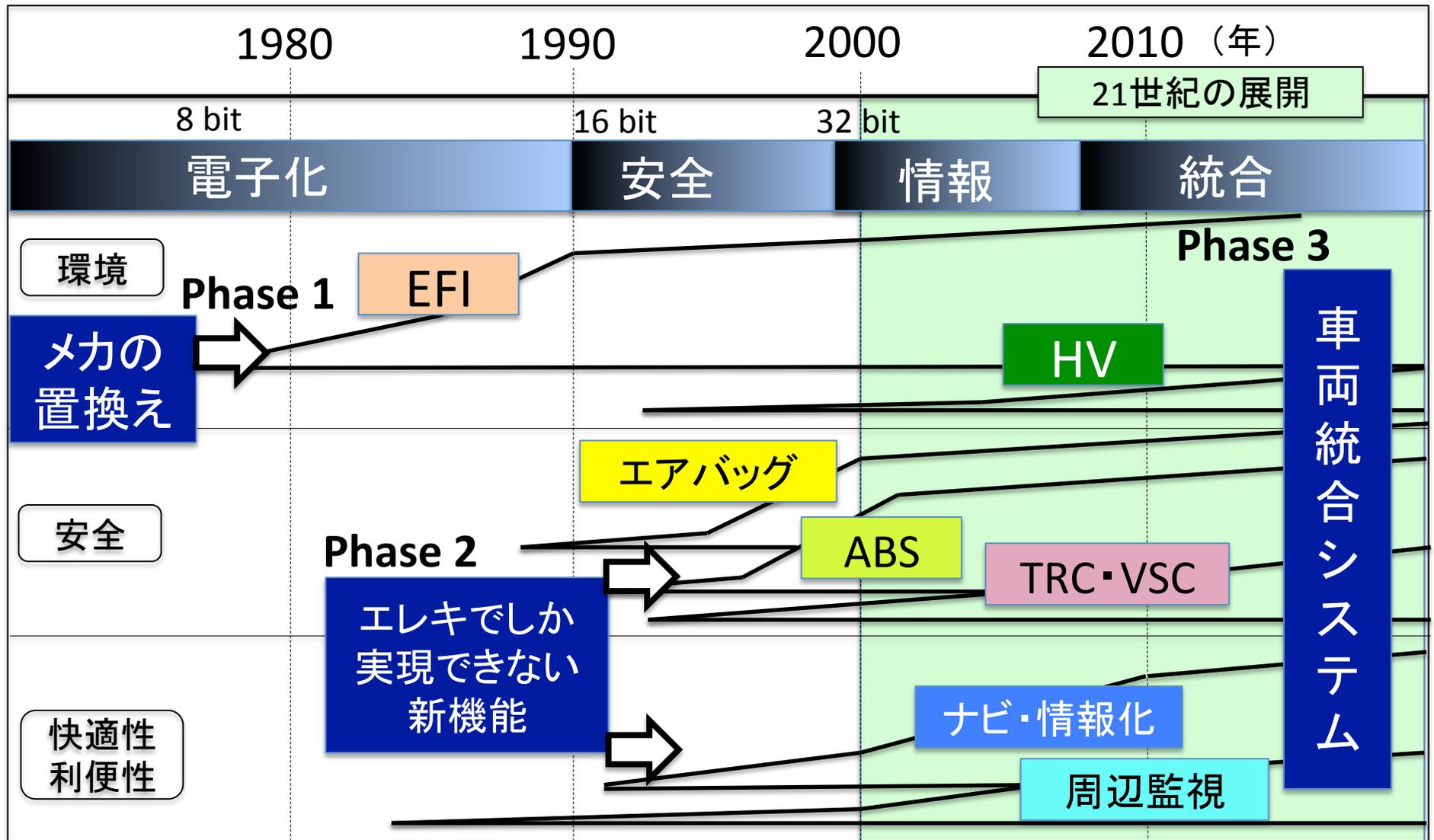


(Source: IEA)

HEV, PHEV が先行、EV, FCEVが続く！

自動車用電子システムの推移

T.Teratani



21世紀は、車両統合システム化へと向かう！

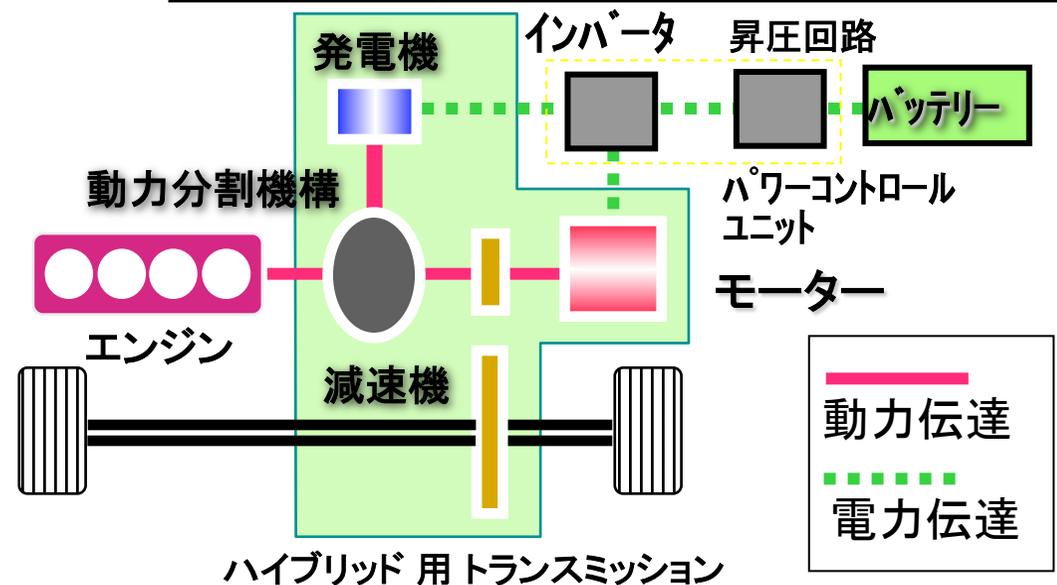
トヨタハイブリッドシステム (THS) II

車両エネルギーマネジメント

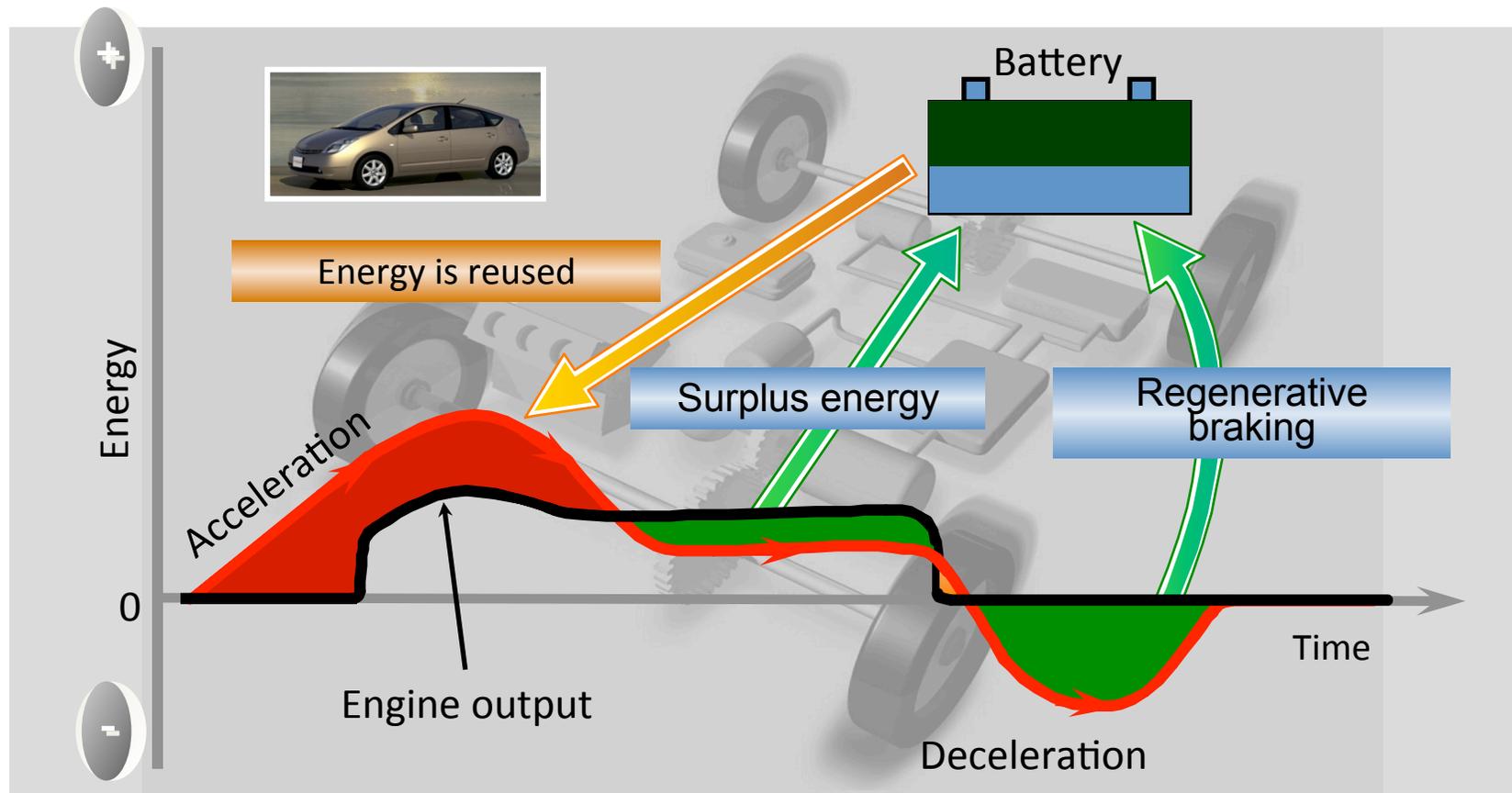


エンジン	1.5 L 4 気筒 高圧縮比
最大トルク	115 N·m / 4200rpm
最高出力	57kW / 5000rpm
モーター/ 発電機	交流同期式
バッテリー	ニッケル水素

1. 高出力モータ (33 kW → 50 kW)
2. 高電圧モータ / 発電機
3. 高電圧発電機
(6,500 rpm → 10,000 rpm)
4. 高出力 Ni-MH バッテリー
5. エネルギーマネジメントの発展
(HV コントロール)

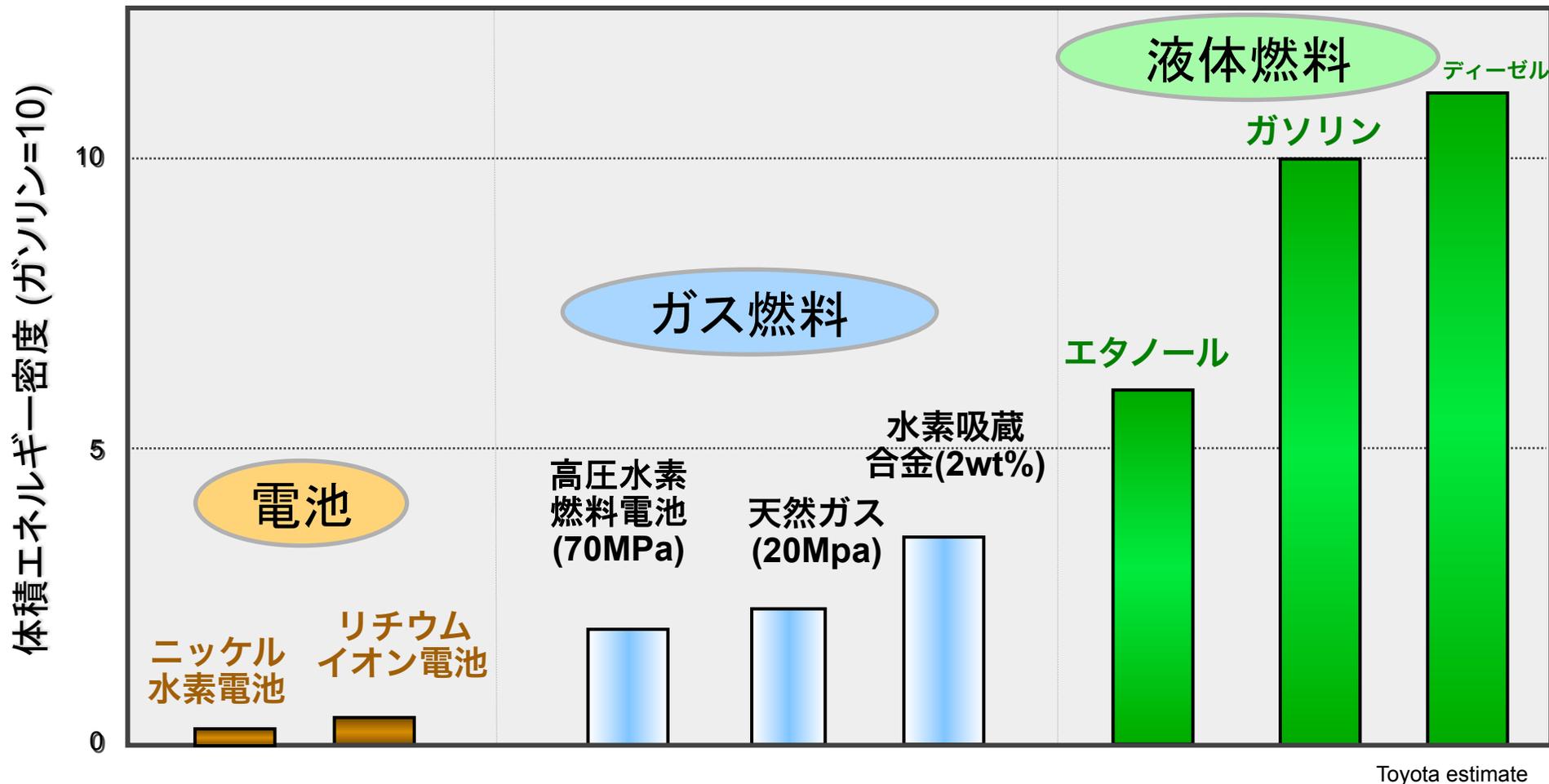


ハイブリッド車のエネルギーマネジメント



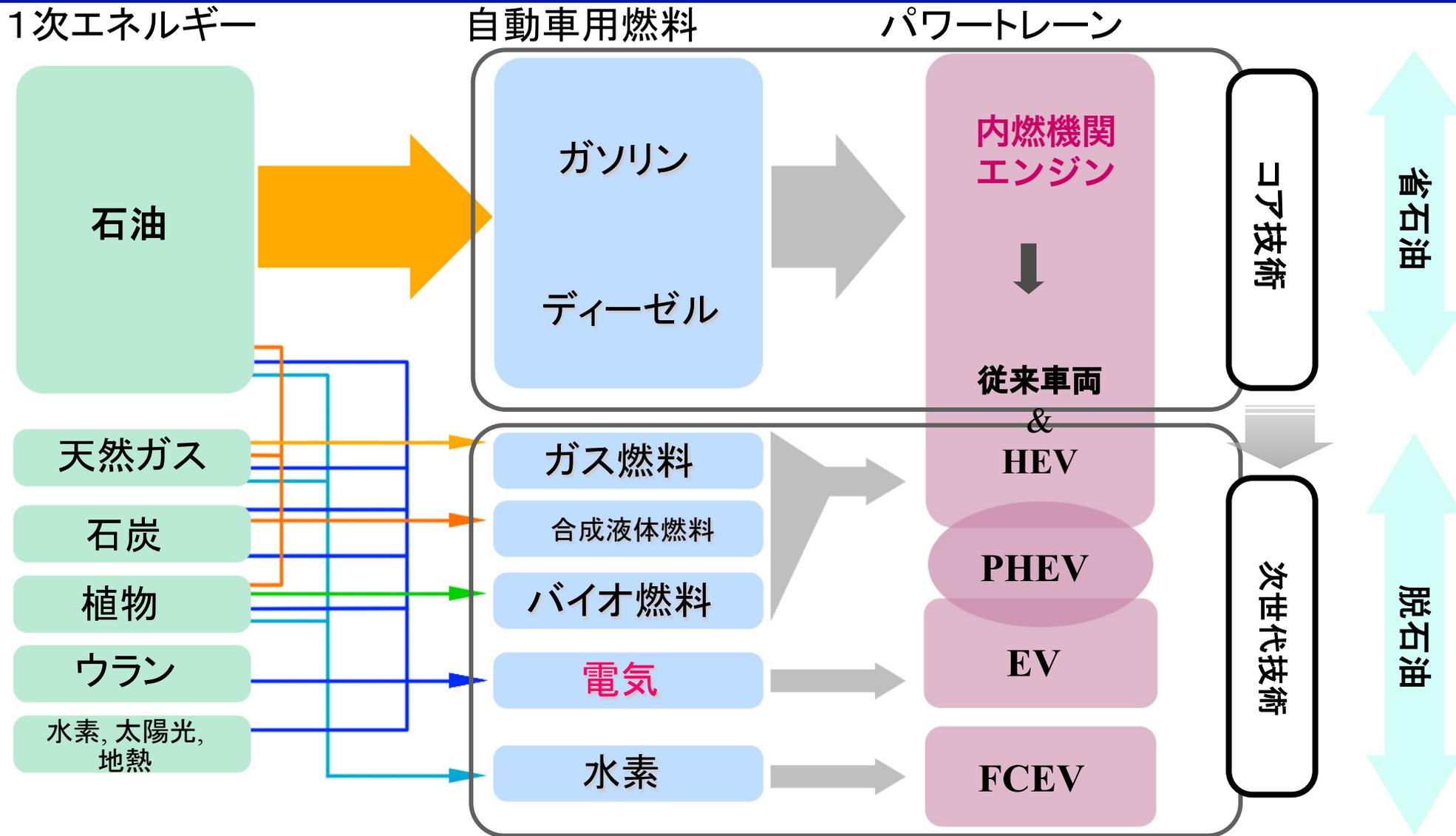
ブレーキ&減速回生時のエネルギー($1/2 \cdot mv^2$)大、発進・加速時に使用

自動車燃料のエネルギー密度比較



液体燃料のエネルギー密度が高く、捨て難い！

自動車用燃料・パワートレーンの多様化

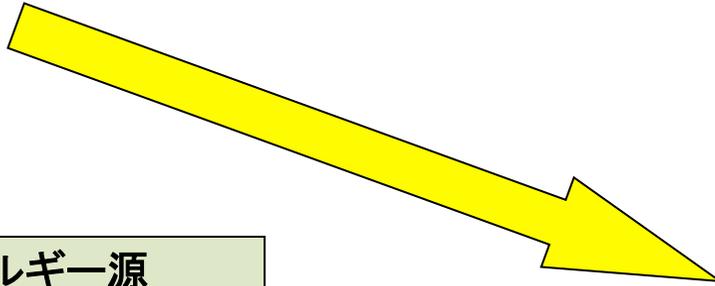


電気は、全ての1次エネルギーから生み出す事ができる！



太陽(核融合)

地球への放射エネルギー; 22億分の1 (約 1.8×10^{17} kW); 日本で 1.4 kW/m^2



循環エネルギー源

- ・太陽エネルギー
- ・風力エネルギー
- ・海洋エネルギー
- ・地熱エネルギー
- ・水力エネルギー

非循環エネルギー資源

- ・化石燃料(石油、石炭、天然ガス)
→ 可採年数(石油; 40年、石炭; 230年、天然ガス; 62年)
- ・原子核燃料(速度の遅い熱中性子で核分裂)
- ・重水素(核融合反応)

発電単価; 1kWhの電力コスト(円/kWh)

- | | |
|--------------|--------------------|
| ・水力 ; 13.6 | ・太陽光 住宅用 ; 44~66 |
| ・石油火力; 10.2 | 非住宅用; 73 |
| ・LNG ; 6.2 | ・風力 大規模 ; 10~14 |
| ・石炭火力; 6.5 | 中小規模 ; 18~24 |
| ・原子力 ; (9.8) | ・家庭電力 昼(24)、夜(12) |
| ・地熱 ; 13~16 | ・車(ガソリン車) ; 40~120 |



地球(46億年、70億人、10億台、8400万台/年)

エネルギー源の見直し; 電力ネットワークの活用!

“Vehicles of the 21st Century aim Sustainable Mobility !”

T.Teratani

トータルエネルギーマネジメント

Energy Management



Energy Supply

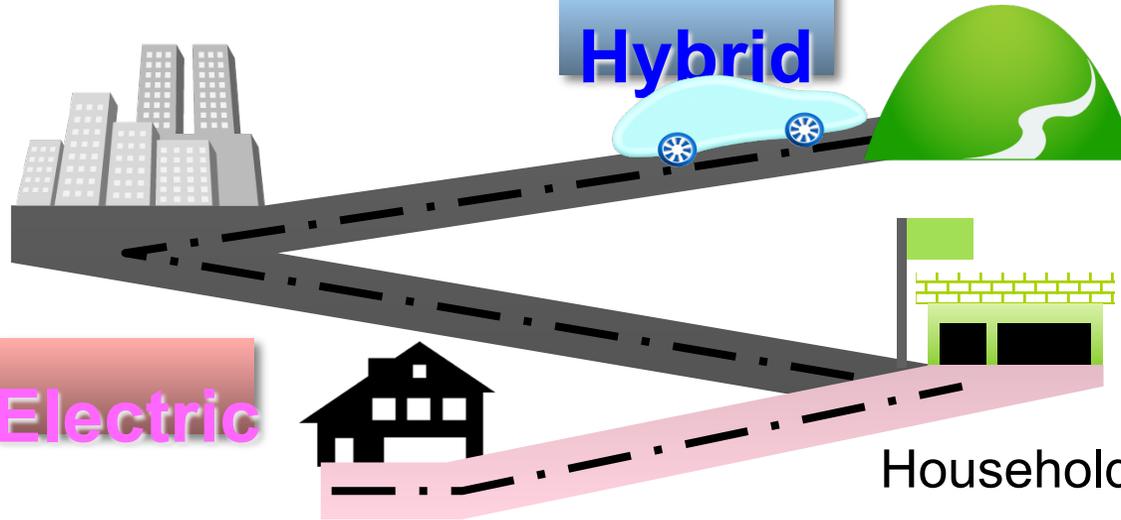
Energy Storage



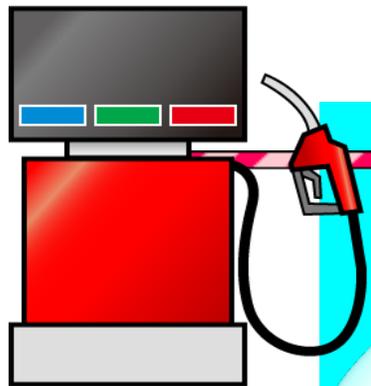
Total Energy Management with Infrastructure

プラグインハイブリッド車のコンセプト

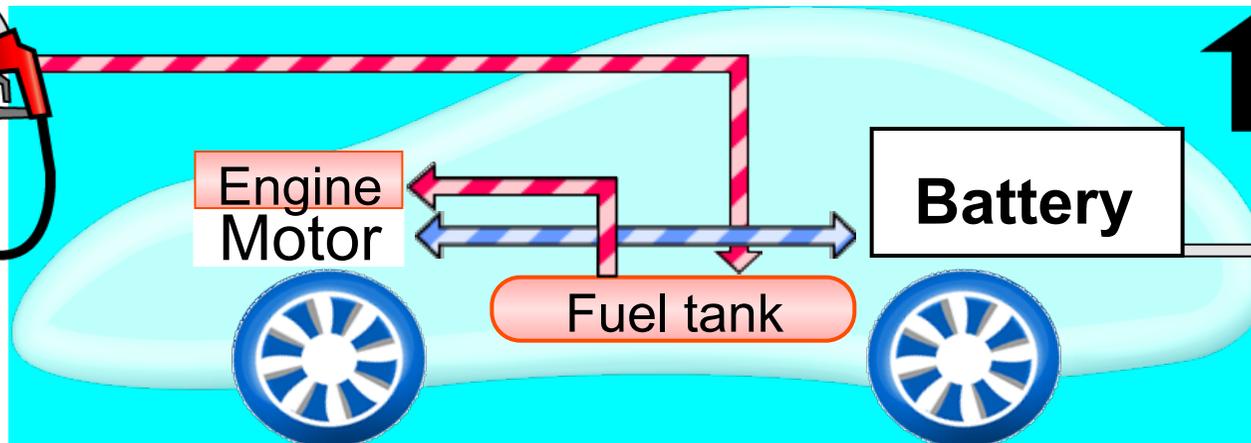
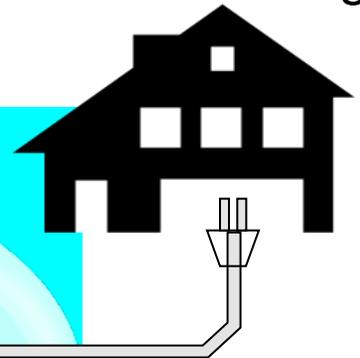
Short trip: Electric Long trip: Hybrid



Gas station

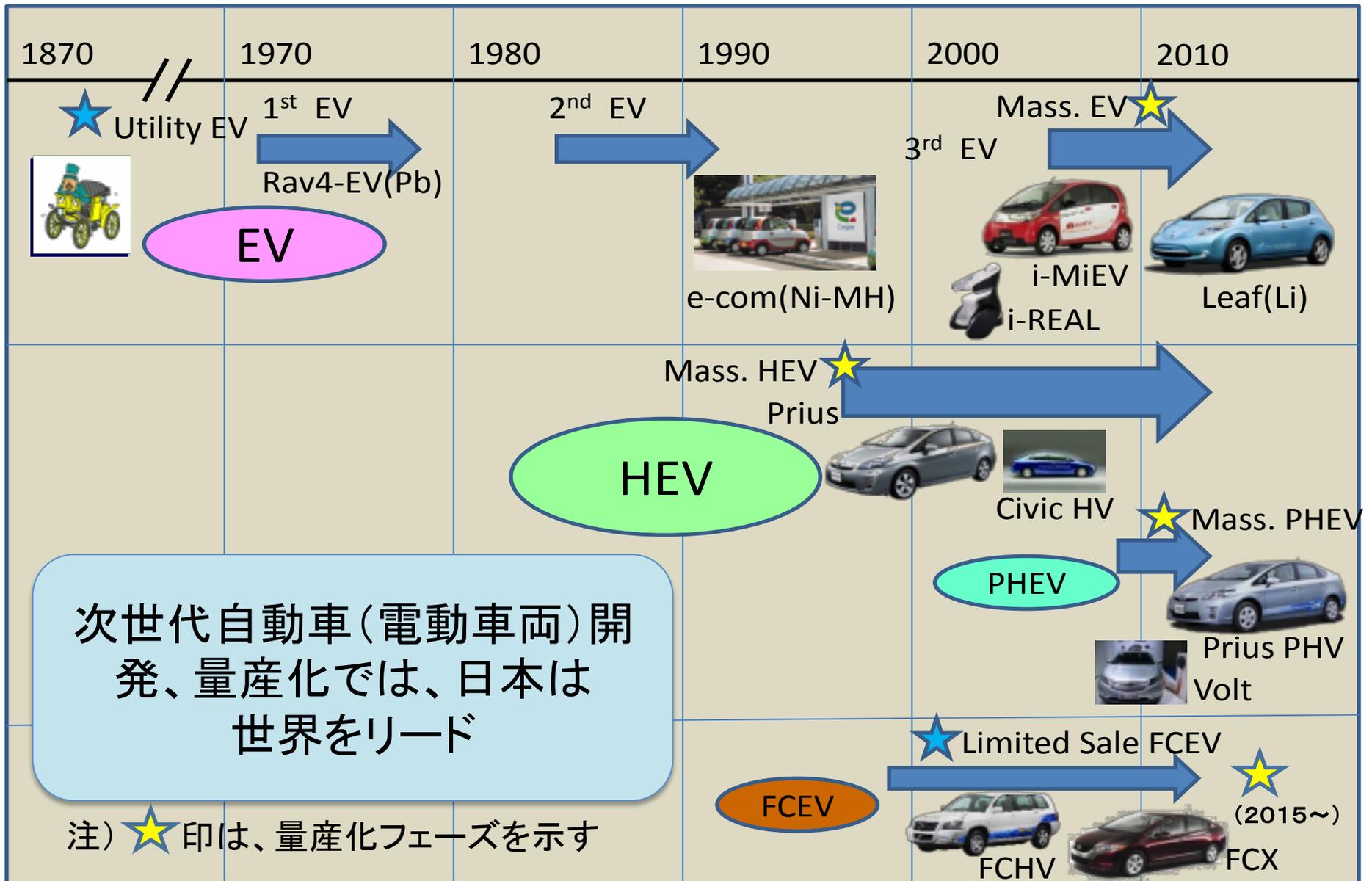


Household electrical energy



電動車両開発の歴史

T.Teratani





パリ市内のEV充電スタンド(セーヌ川沿い)



OECD本部(Paris)



OECD WORKSHOP
(2012. 11. 30)

(Photo by Teratani 2012.11.29)



EVのレンタル(Autolib'); €9~



パリ市内(直径;50km)の都市・交通計画と連携(実例)



世界初のAC普通充電器認証(第3者)



- AC charging stands are increasing with mass-production PHEV・EV in Japan.
(METI Target: 2 millions AC chargers until 2020)
- For expand of PHEV・EV, its important to guarantee safety and compatibility between charging stand・cable and PHEV・EV.

Saneisha



Toyota Auto.



GE



Panasonic



Hasetec



Japan System Bank



Naigai -Elec.



etc

It is needed to keep and proof safety and compatibility between AC charging stands and vehicles



Toyota
《Prius-PHV》



Mitsubishi
《i-MiEV》



Nissan
《Leaf》



Honda
《Fit-EV》



BMW
《i-3》

Standardization for AC Normal Charge

1. Charging Connector

Type1 AC connector; developed by Japan and standardized.

SAE J1772 (adoption) IEC ; from Japan (Type1)	IEC ; from Germany (Type2) (mennekes type)	IEC ; from Italy (Type3)
<ul style="list-style-type: none"> • AC special • Pin-sleeve type 	<ul style="list-style-type: none"> • AC single phase, 3 phase • DC charge possible • Pin-sleeve type 	<ul style="list-style-type: none"> • AC single phase, 3 phase • Pin-sleeve type

2. Control pilot function※1

※1 The function to start the charge after checking the right connection between vehicle and charger

Each OEM has to correspond to charging-cable and charger with control pilot function.

- > Since 2011/11, AC charging method has been unified and reflect the charging infrastructure guideline published in Japan.
- > Since 2012/4, JARI has started to certificate AC normal charger.



Rent- a- car in Okinawa

(Photo by Teratani 2011.9.9)



Nissan Leaf



Quick Charging ; 25min.

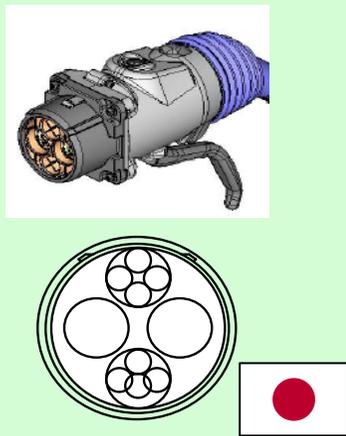
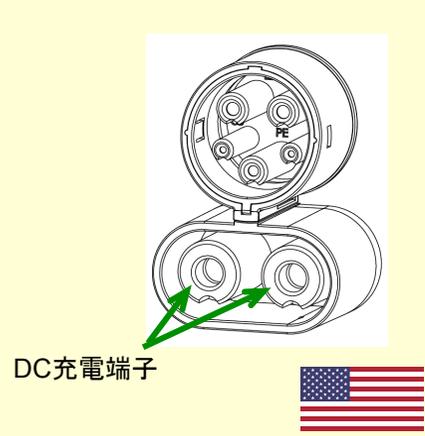
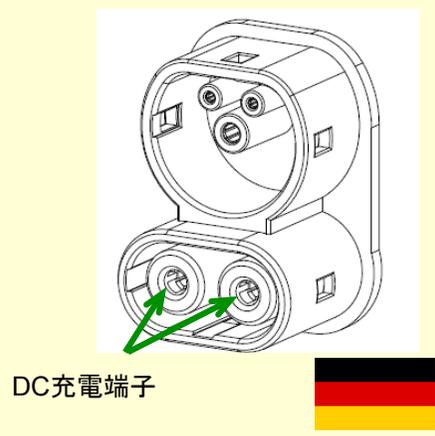
- 80% Charge; 130km
- IC card; Rent fee 20 €
- In Conv. Store; 5 €/ 1)



High-way SA; Free fee

2020年までに、国内急速充電器普及5000台 (METI)

DCコンダクティブ急速充電標準化

	Configuration A	Configuration B	Configuration C Type 1 コンボ	Configuration C Type 2 コンボ
提案国	日本 (CHAdeMO)	中国	米国	ドイツ
定格電圧	600 V	750 V	600 V	850 V
定格電流	150 A	250 A	200 A	200 A
ピン数	9	9	7	インレット: 9 コネクタ: 5
充電制御通信	CAN	CAN	PLC (電源線 or CPLT線) (ISO 15118に従った共通仕様)	
充電プロトコル	専用	専用	CPLT機能を利用 (共通仕様)	
互換性	CHAdeMO	中国標準 (GB/T)	SAE J1772	—
形状			 <p>DC充電端子</p>	 <p>DC充電端子</p>
備考	—	—	低電力用は、ACカプラ (Type 1)を流用	低電力用は、ACカプラ (Type 2)を流用

PHEVのワイヤレス給電



出典;トヨタ自動車

2015年, 国際規格化の方向で検討進む(BWF他)!

燃料電池車 (FCV) のうれしさ

エネルギーの多様化

- 水素は多様な一次エネルギーから製造可能

ゼロエミッション

- 走行中のCO₂排出ゼロ

非常時電源供給能力大

- 供給能力は、一般家庭では1週間以上

走りの楽しさ

- モーター駆動ならではの滑らかな走りと静粛性
- 発進～低・中速域の加速の良さ

使い勝手の良さ

- 航続距離(約700km) ※
- 水素充填時間(約3分)
- 氷点下始動性(-30℃)

※ JC08モード 社内測定値



量産燃料電池車「MIRAI」

出典:トヨタ自動車

日本で2014年12月に700万円程度の価格で販売開始!



自然エネルギーを活用するスペイン

T.Teratani



風車(風)



サグラダファミリア



風力発電



ローマ水道橋(水)



コロンブスの墓



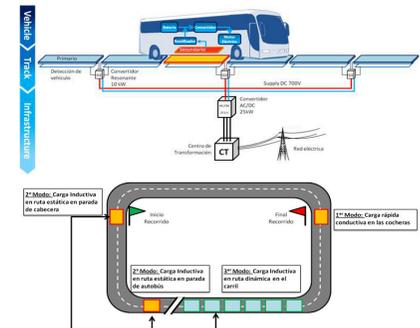
太陽光発電



ひまわり畑(太陽)



マラガ市(日本のNEDO支援)



風力、太陽光 & 太陽熱活用と充電インフラの実証試験!



Frankfurt Motor Show 2013

T.Teratani

Photo by Teratani 2013.9.21



高級車にPHEV(ベンツS-400)



48V(Li電池)システム(Continental)



天然ガス&ガソリンのBi-Fuel
(VW, Audi)



小型車にEV(VW e-Golf)

2020年に向けた次世代車両の市場導入開始！

最近の各国のプラグインハイブリッド車



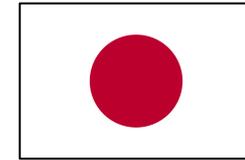
GM/Volt



FORD/C-MAX Energi



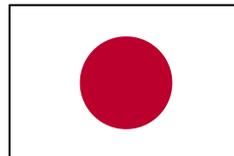
ホンダ/アコードプラグインハイブリッド



Audi/A1 e-tron



三菱/アウトランダーPHEV



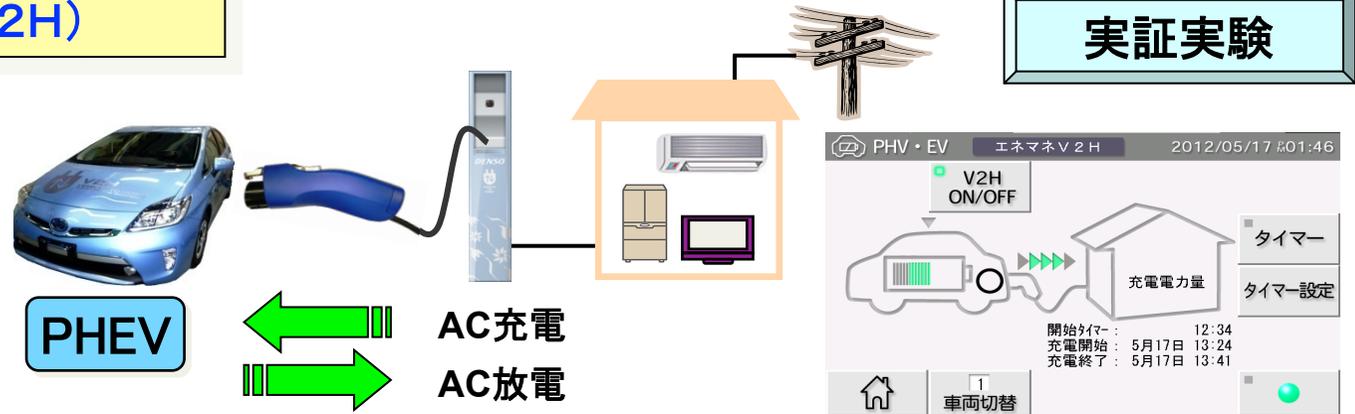
BYD/秦



PHEVの電力活用方法

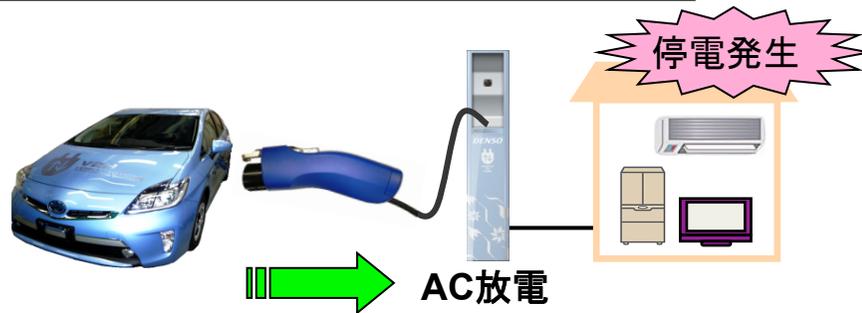
① エネルギーマネジメント(V2H)

HEMSと連携し、
クルマに蓄えた電力を
家庭で有効活用



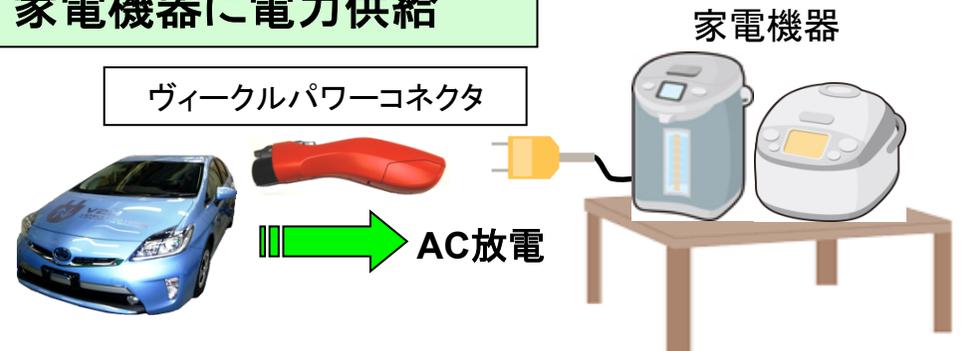
② 非常時対応(V2H)

停電時、PHEVから
家庭内の家電機器に電力供給



③ 外部電源供給(V2L)

屋外にて、PHEVから
家電機器に電力供給

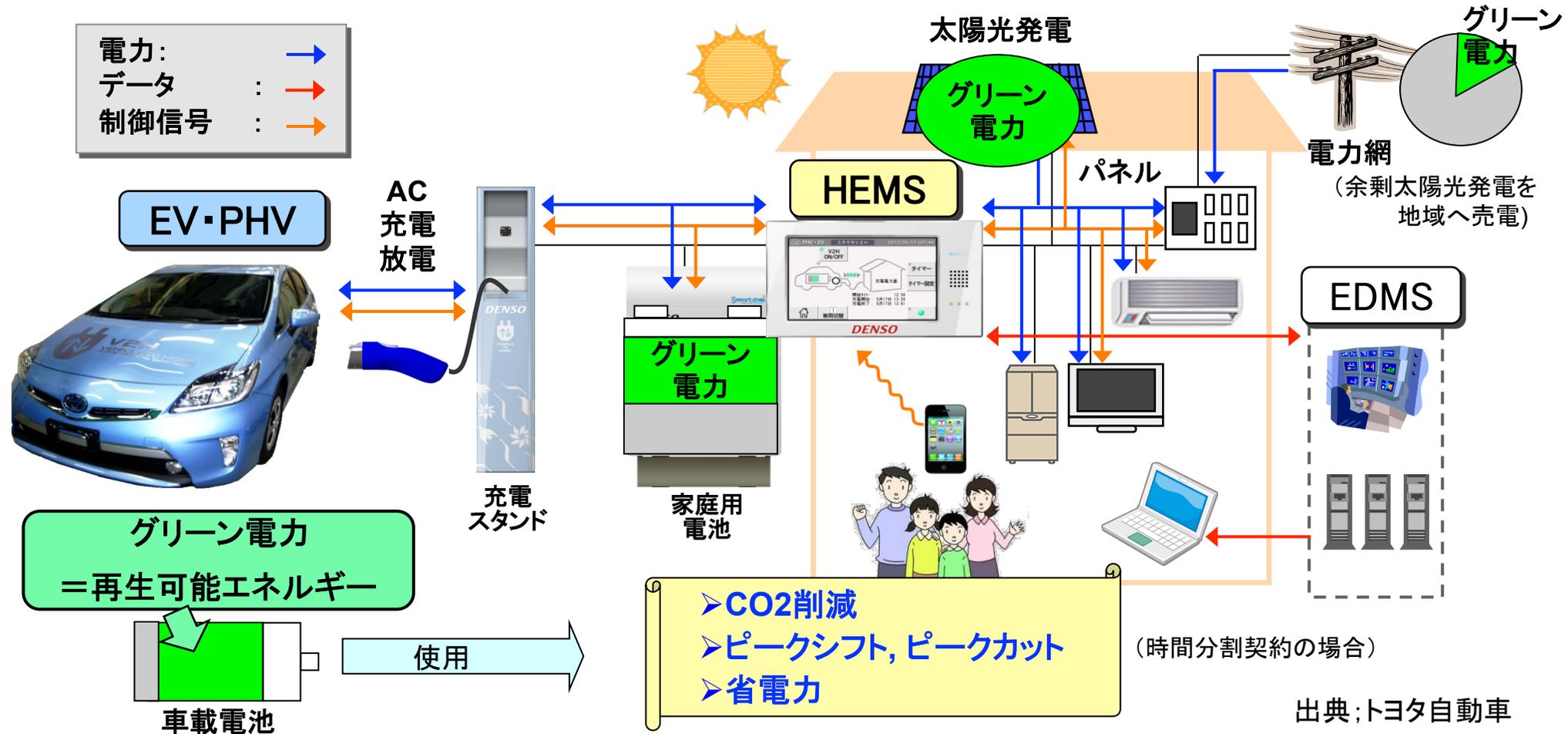


出典:トヨタ自動車

電動車両(PHEV, EV, FCEV)のエネルギーマネジメント(実例)

V2H(クルマ・家・電力網)の将来イメージ

再生可能エネルギー；各電力(車載電池, 家庭用電力, 電力網, 太陽光発電)は、グリーン電力として可視化され、V2Hのタイミングと量で決定される。



クルマと家で先行(V2H)、今後、電力網との連携へ！

パーソナルモビリティ(超小型EV)

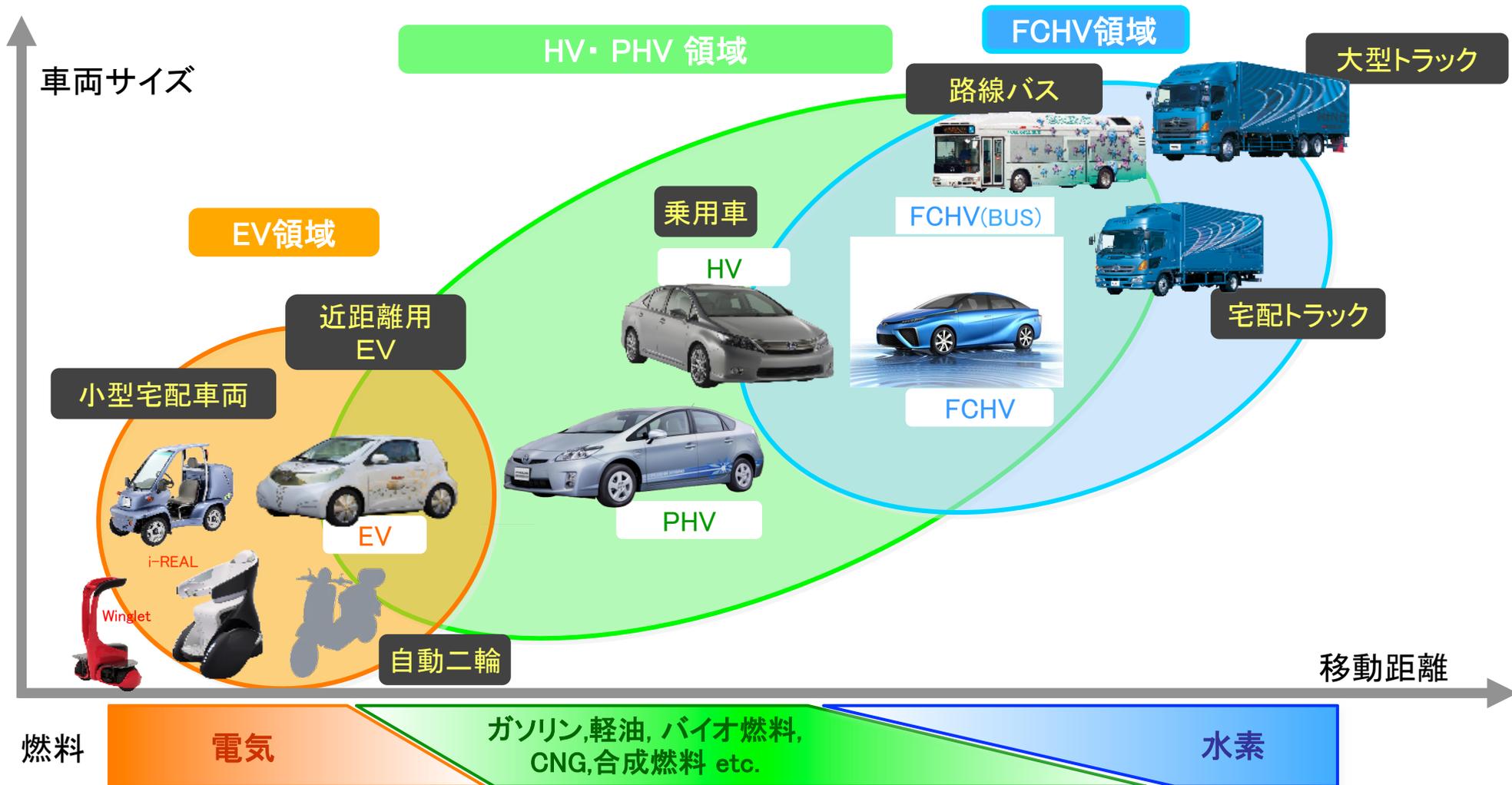
T.Teratani



CEATEC JAPAN 2013

省エネ・高齢化社会に向けたコミュニティでの活用！

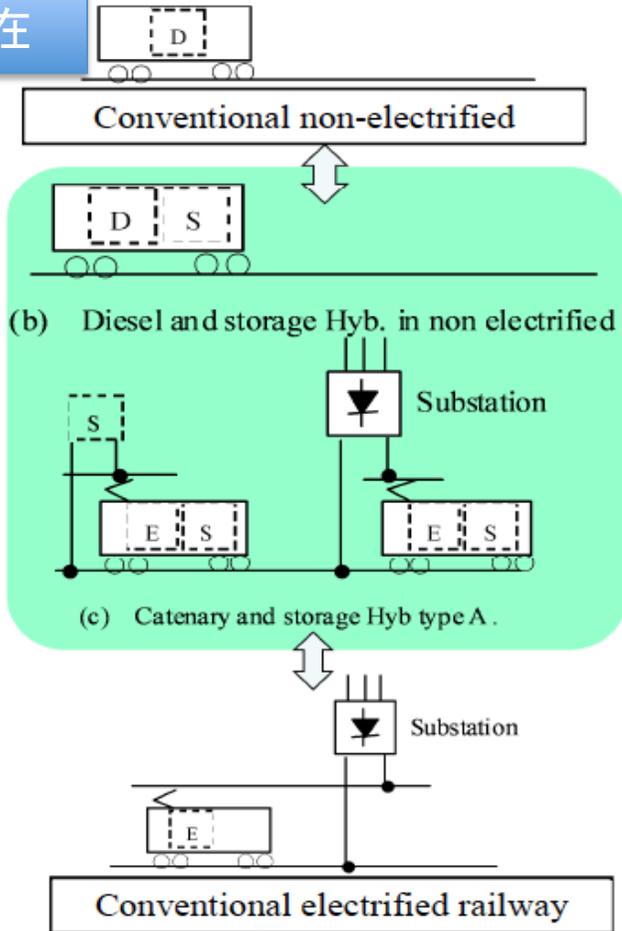
将来モビリティの棲み分けイメージ



出典;トヨタ自動車

EV : 近距離用途、 **HV・PHV** : 乗用車全般、 **FCHV** : 中長距離用途

現在

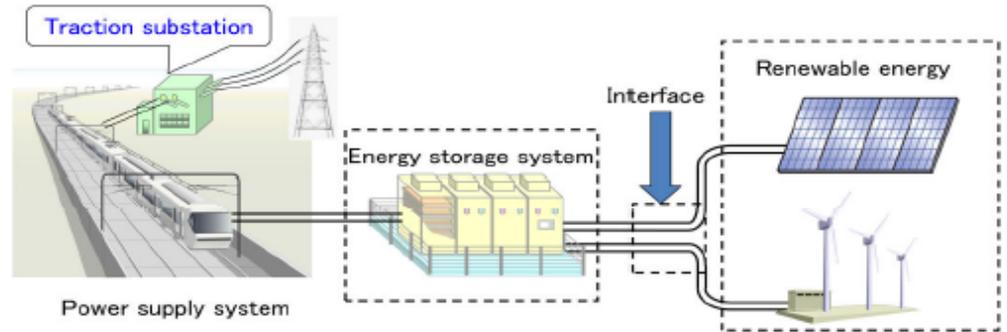


将来の鉄道駆動車への
エネルギー供給の予測

将来



リニア新幹線(2027年)



再生可能エネルギーの活用



ハイブリッドディーゼルカー
(小海線)

鉄道の省エネ化;蓄電システム搭載のハイブリッド化!

家電製品とパワーエレクトロニクス応用

家電・民生

電化製品の出現

インバータ家電

拡大期

次世代システム

~1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

電灯
電気コンロ
洗濯機
冷蔵庫
炊飯器
エアコン

電子レンジ

IH調理器

インバータ照明

インバータエアコン

インバータ電子レンジ

インバータ冷蔵庫

IH炊飯器

インバータ洗濯機

太陽光発電

ヒートポンプ給湯機

ヒートポンプ洗濯乾燥機

燃料電池

スマートハウス

V2H

トランジスタ

サイリスタ

W.E.Newell

パワーエレクトロニクス

IGBT

改正省エネ法

京都議定書

固定価格買取制度
全原発一時停止

WBGパワー素子

本格志向

省エネルギー

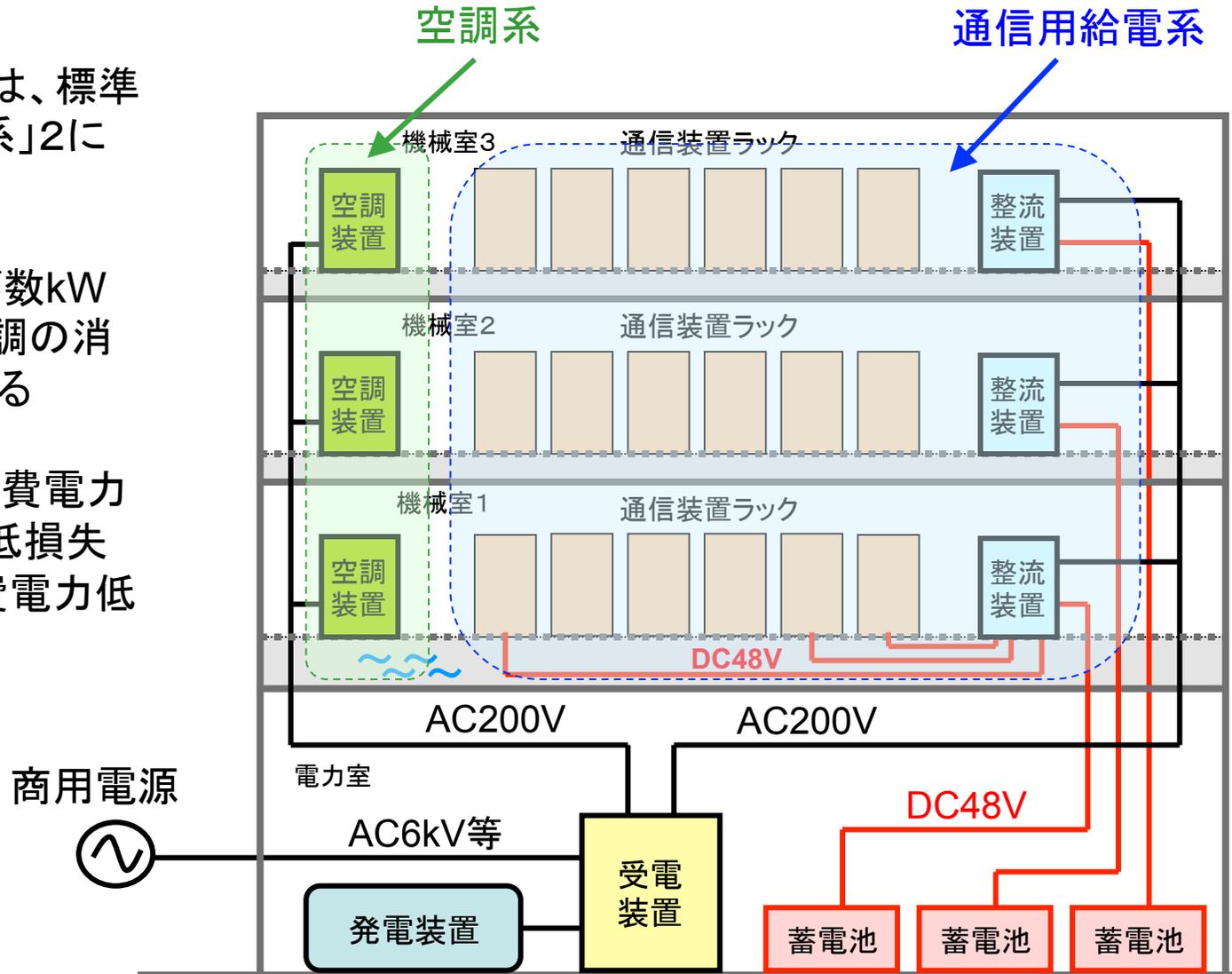
負荷平準

家電の省エネ; インバータ技術とヒートポンプ技術が鍵!

通信ビルの構成イメージと電力消費

通信

- ・通信ビルの電力消費は、標準的には「通信用給電系」2に対して「空調系」1
- ・特にラック消費電力が数kW以上と大きくなると空調の消費電力比率が増大する
- ・従って、通信ビルの消費電力低減には、給電系の低損失化とともに空調の消費電力低減が必要
(データセンタも同様)

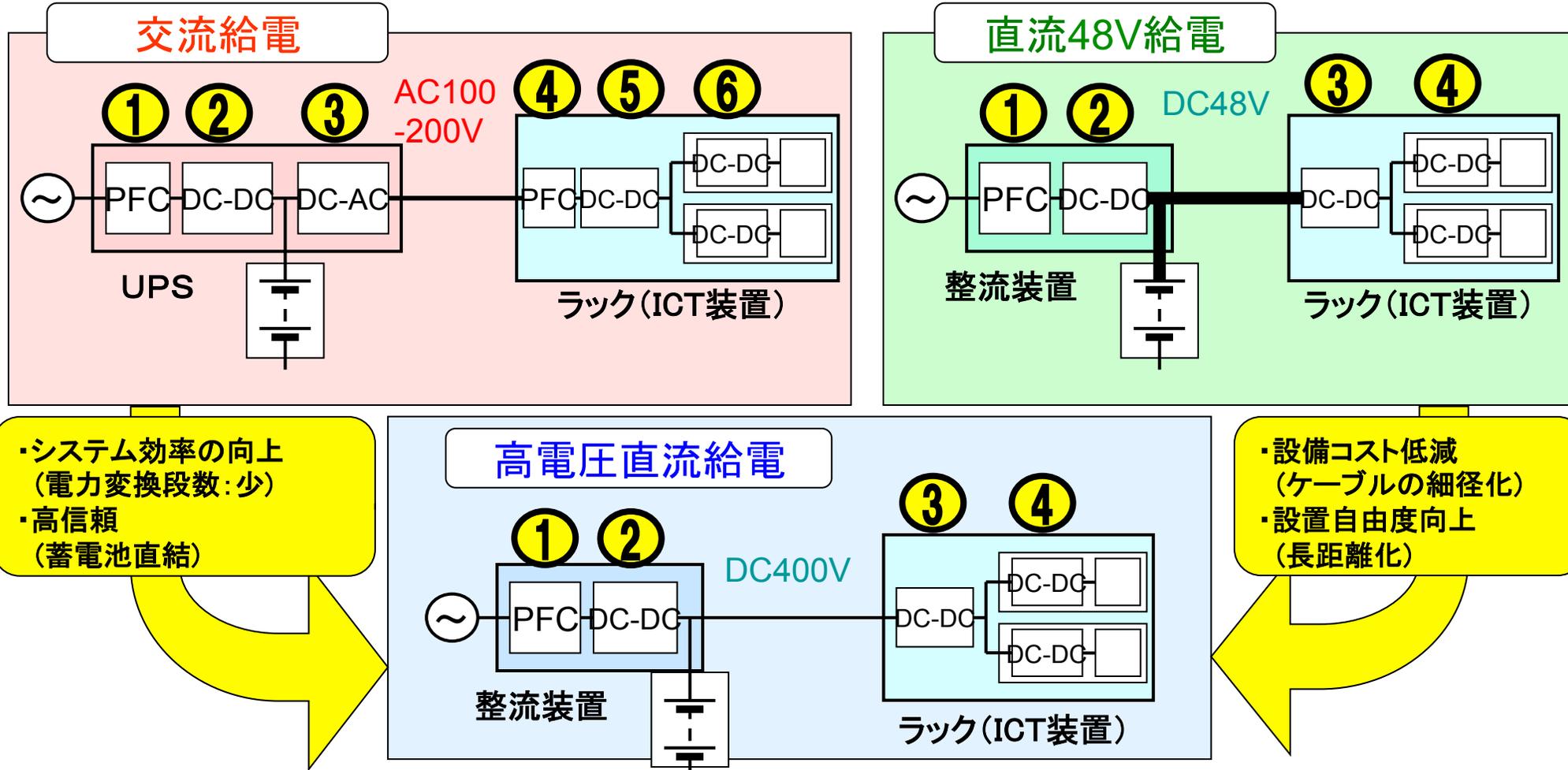


通信ビルの省エネ; 給電系の低損失 + 空調の省電力化!

給電系の低損失化—高電圧直流給電

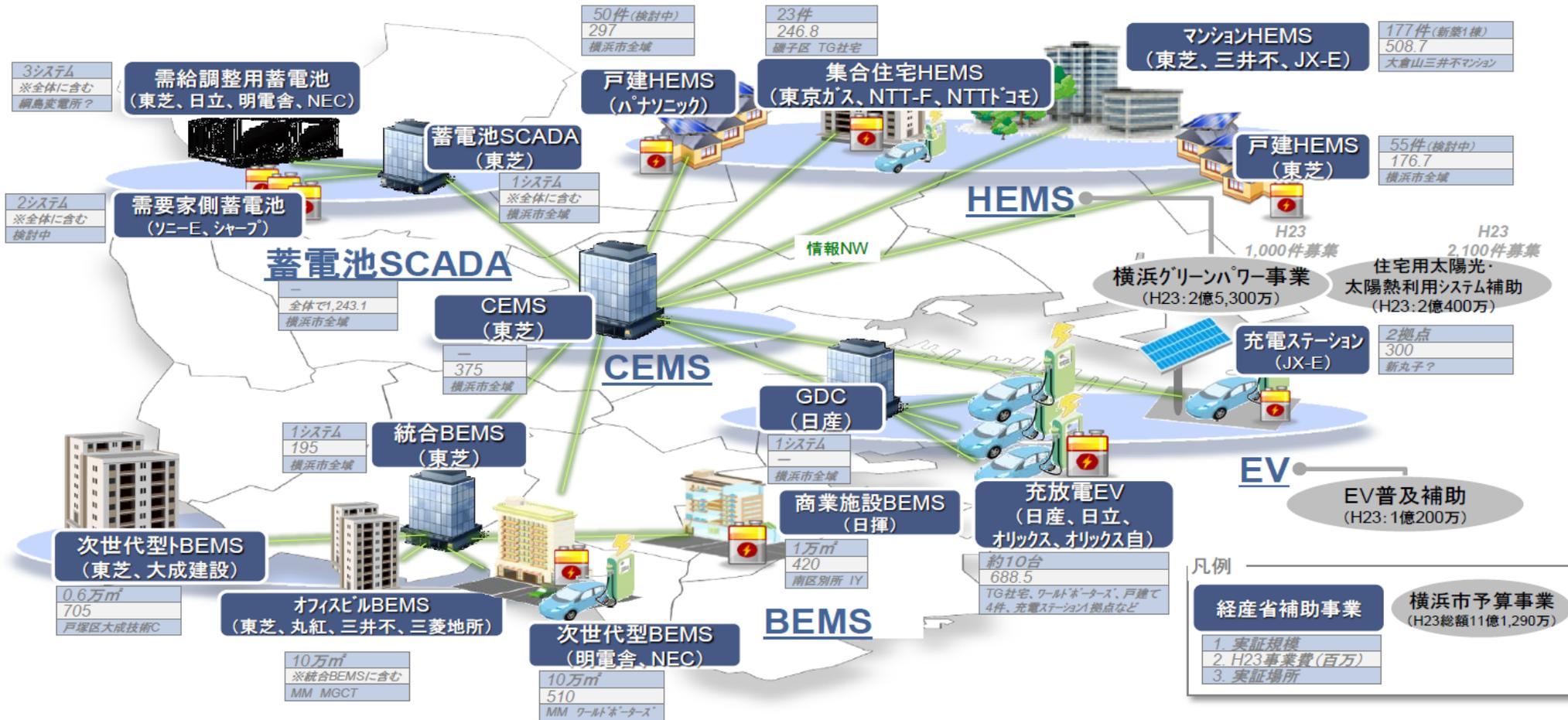
出典;NNTファシリティーズ

直流48V給電の電圧を約400Vと高電圧化することにより、交流給電のケーブル配線による設置自由度の向上と、直流給電の高信頼性・更なる低損失化が合わせて実現できる



給電系の低損失化;高電圧直流給電(変換ロス低減)!

“CEMSとHEMS・BEMS・EV・蓄電池SCADAが連携し、大規模既成市街地を舞台にした、地域エネルギーマネジメントの開発・導入実証の実現”



次世代エネルギー・社会システム協議会(第14回)-配付資料「資料4横浜市プレゼン資料」より抜粋

スマートコミュニティの実証実験; 全国、4カ所で実施中!

豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト

T.Teratani

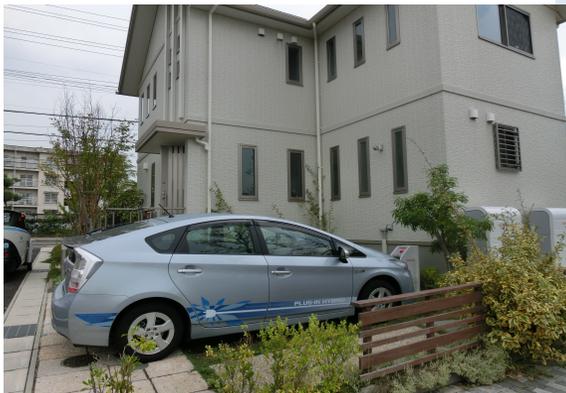


Ha:mo (パーソナルカー)



燃料電池スタンド

戸建て住宅での充電



PHV・EV充電&太陽電池



HEMS



蓄電池&エコキュート

＜東山地区(67戸)での生活実証試験＞

住宅・地域のエネルギーマネジメント、公共交通との連携！

スマートグリッドの需要家、電気事業者インタフェース標準化

需要家、電気事業者インタフェース標準化:IEC TC57 WG21で、62746として審議

(ユースケース、システムアーキテクチャ、情報モデル、セキュリティなど)

⇒ 需要家、電気事業者の連携による電力需給最適化のためのインタフェース仕様

⇒ 送配電、変電などの世界と需要家設備の世界とを情報モデルで論理的に接続

電力系統制御(電力安定供給):
需給バランス、電圧・周波数などの制御

需要家設備機器制御:
空調温度、照明照度などの省エネ

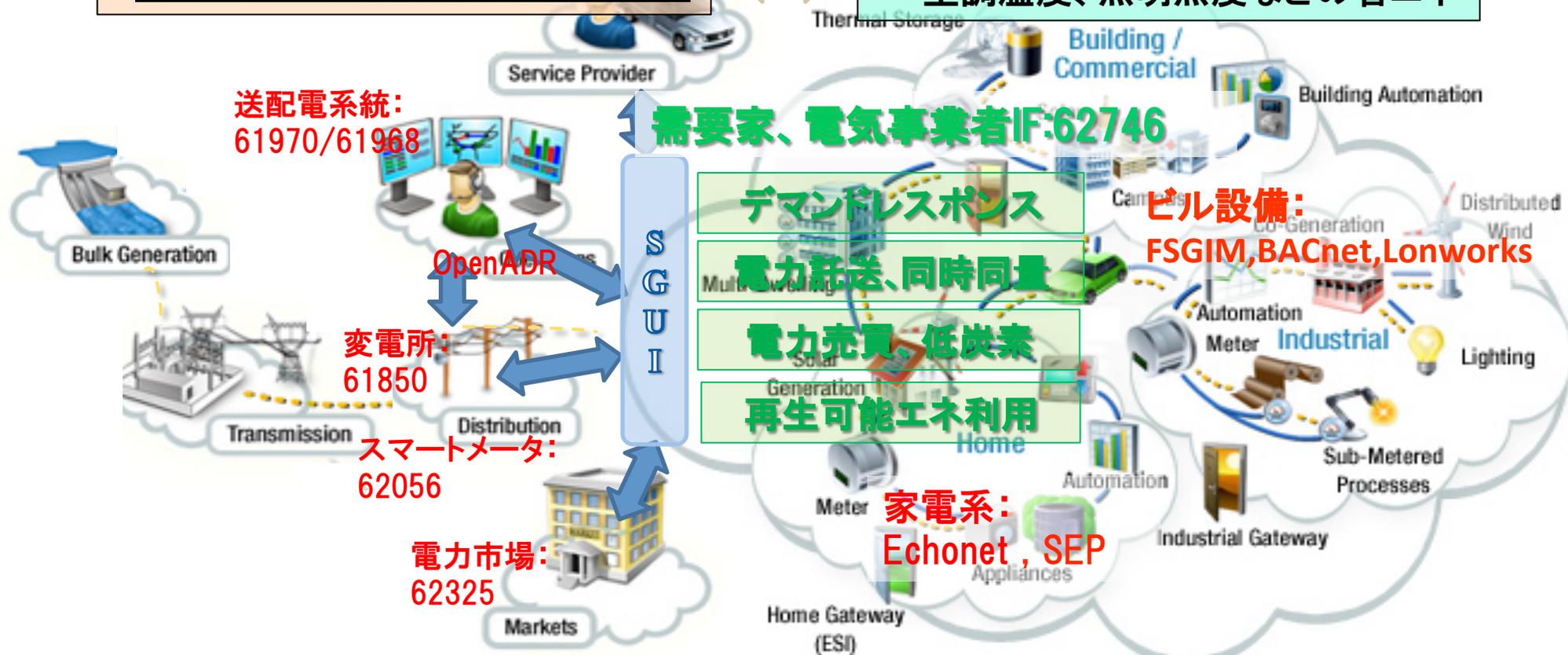


図. スマートグリッドの全体構成と関係規格

「電気を賢く、使うとは？」

T.Teratani

通信ネットワーク(情報)

いつでも

どこでも

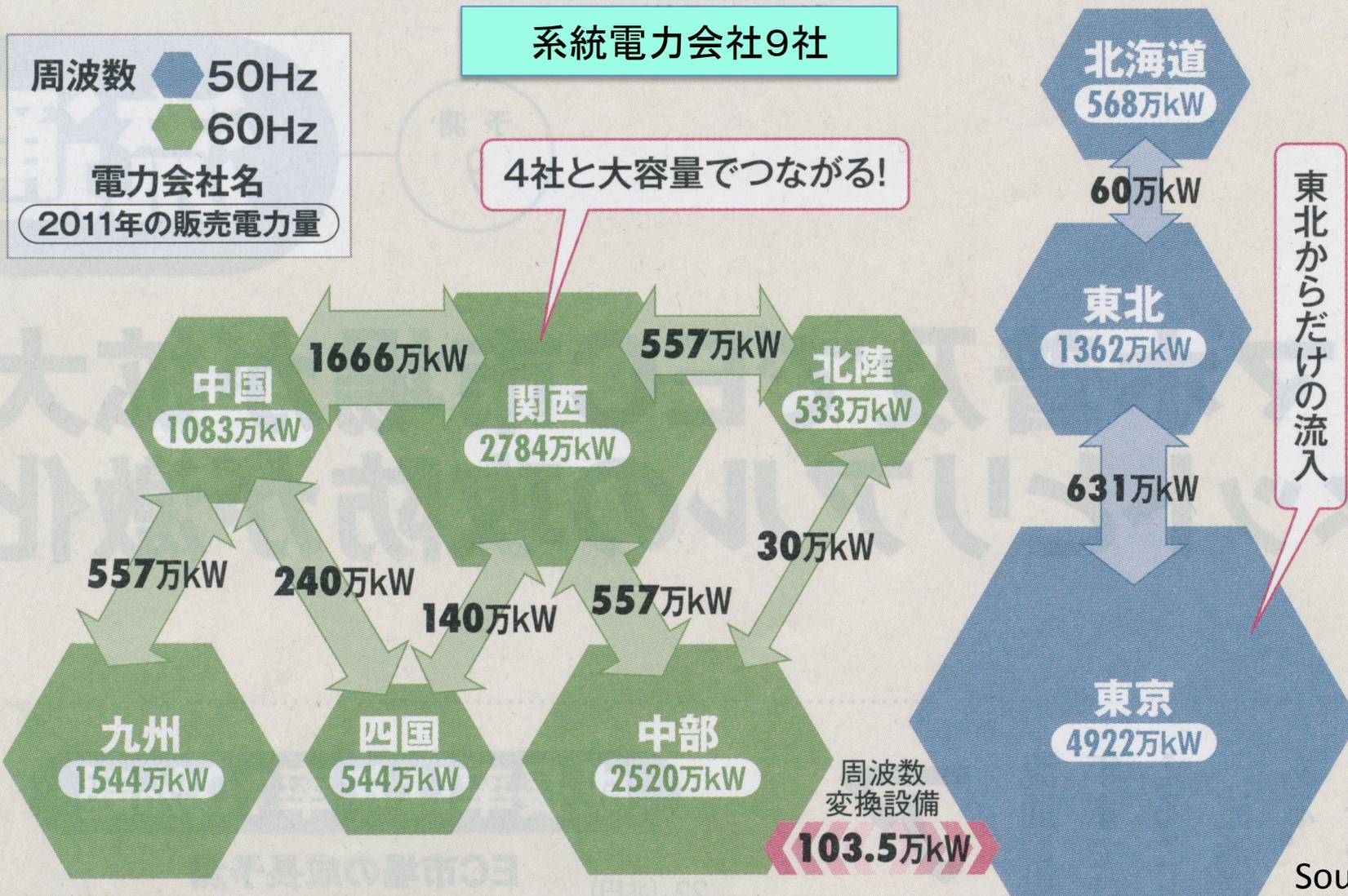
必要な量を

低価格で

電力ネットワーク(エネルギー)

電力ネットワークと通信ネットワークとの融合！

地域間送電の現状(2011年の販売電力量)

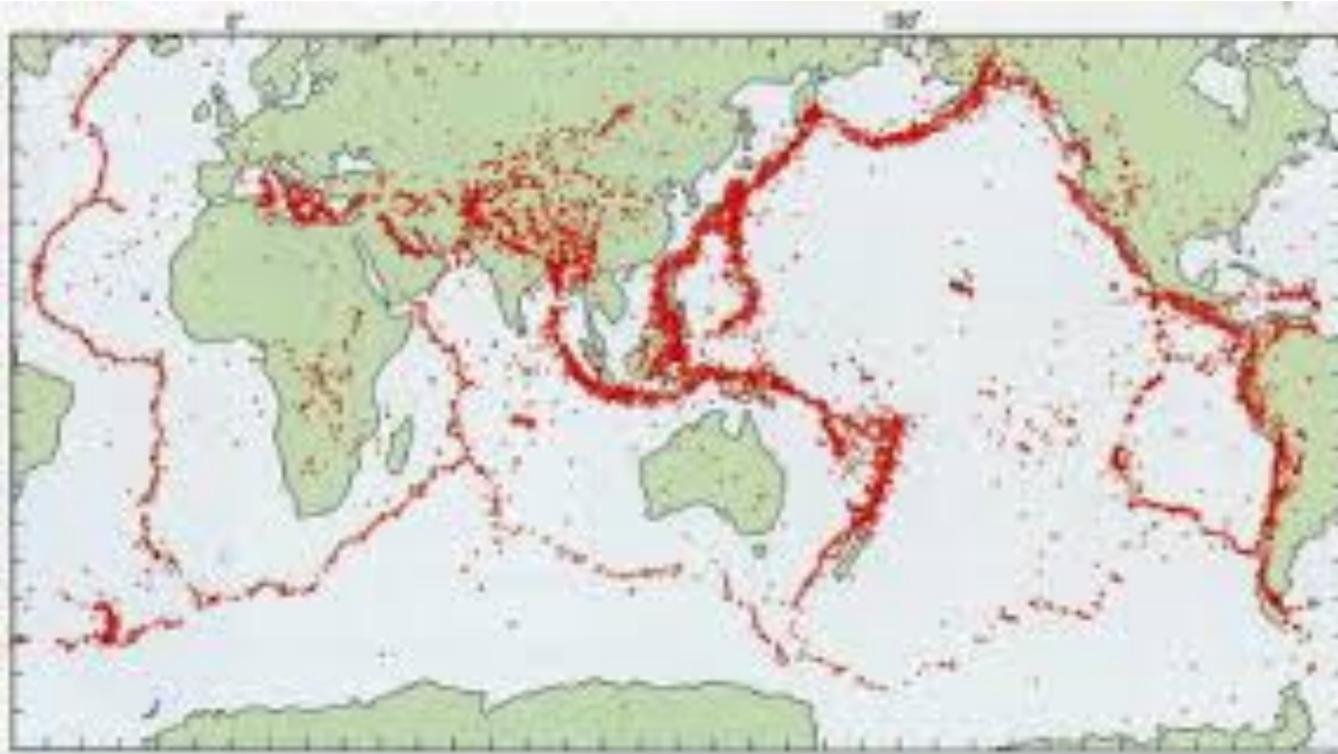


Source; METI

関東・関西間の電力融通は、最低2000万KWは必要!

「東日本大震災 3.11の教訓は？」

T.Teratani



スーパー台風
ゲリラ豪雨
竜巻の発生頻度大

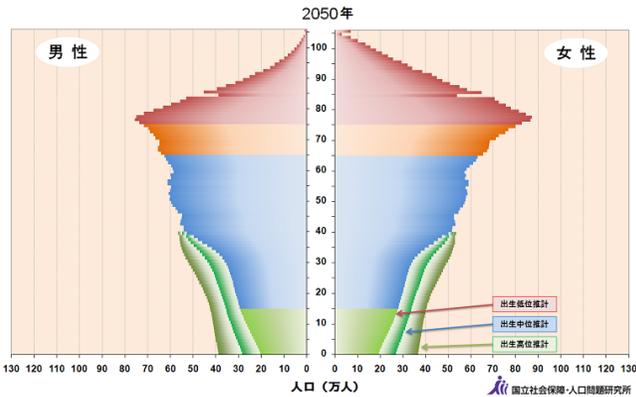
火山列島日本(環太平洋火山帯の真上);地震・津波・噴火の周期到来

「天災は、忘れた頃にやって来る！」(寺田寅彦)

自然との共生、エネルギー&リスクマネジメントの重要性！

「持続可能な社会を目指し、現実を直視」!

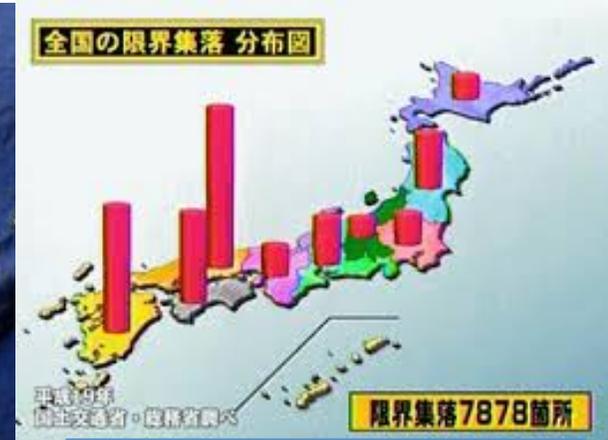
T.Teratani



超高齢化社会(2050年)



スーパー台風・ゲリラ豪雨



人口減少(限界集落)



超高齢化・人口減少(限界集落)、自然災害のリスク拡大!

グローバルエネルギーマネジメント

(50年後への思い)

T.Teratani

「日本は、資源国」

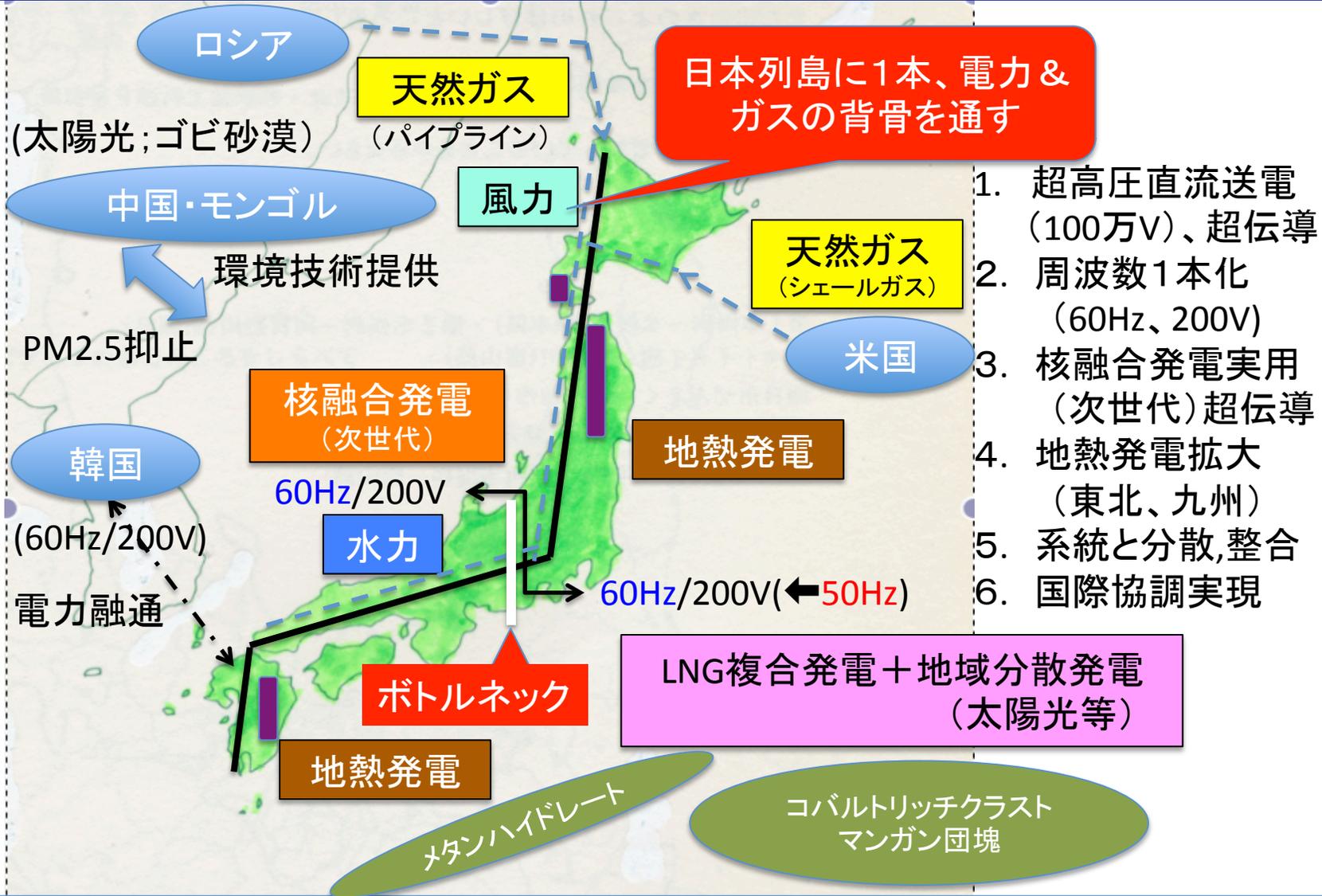
・20世紀
「地上の星」
=技術

・21世紀
「地下の星」
=マグマ、地熱

「海の星」
=メタンハイドレート、レアM.

「天の星」
=準天頂S. 宇宙エレベータ

「人の星」
=もったいない文化、都市鉱山
国際人財



21世紀は、「地下の星」「海の星」「天の星」「人の星」の時代!

アラスカの原油パイプライン (Fairbanks近郊)

T.Teratani



オーロラ (2014.1.28)



アラスカ縦断 (全長1200km)

原油パイプライン (1977年)
特徴; 地震 → Zigzag構造
 厳寒 → ヒータ & 冷却
 (60°C前後)
技術; 日本 (新日鉄住金他)



FCV; -30°C始動・走行可能 (Yellowknife)

21世紀は、「電力」「天然ガス」「水素」のインフラ構築が必要!

電動車両普及の3つの目線

T.Teratani

将来目線

- Environment
- Energy Security

ユーザー目線

- Life Style
- Convenience
- Safety, Security
- Maintenance Cost

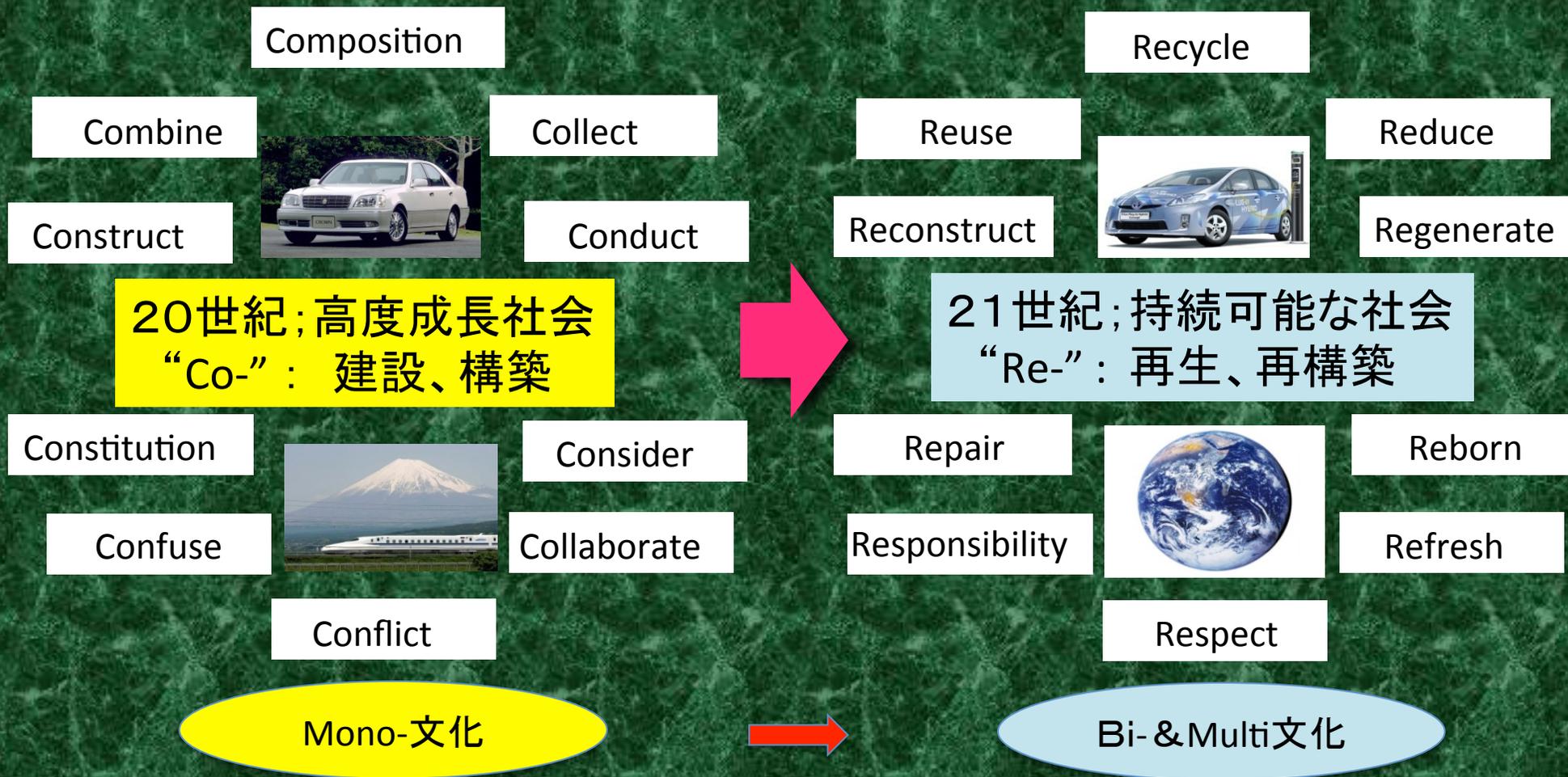
生産者目線

- Performance, Reliability, Durability
- Attention and Cost of Vehicles
- **International Standard**

電動車両普及の鍵は、「ユーザー目線」!

21世紀は何が求められているか？

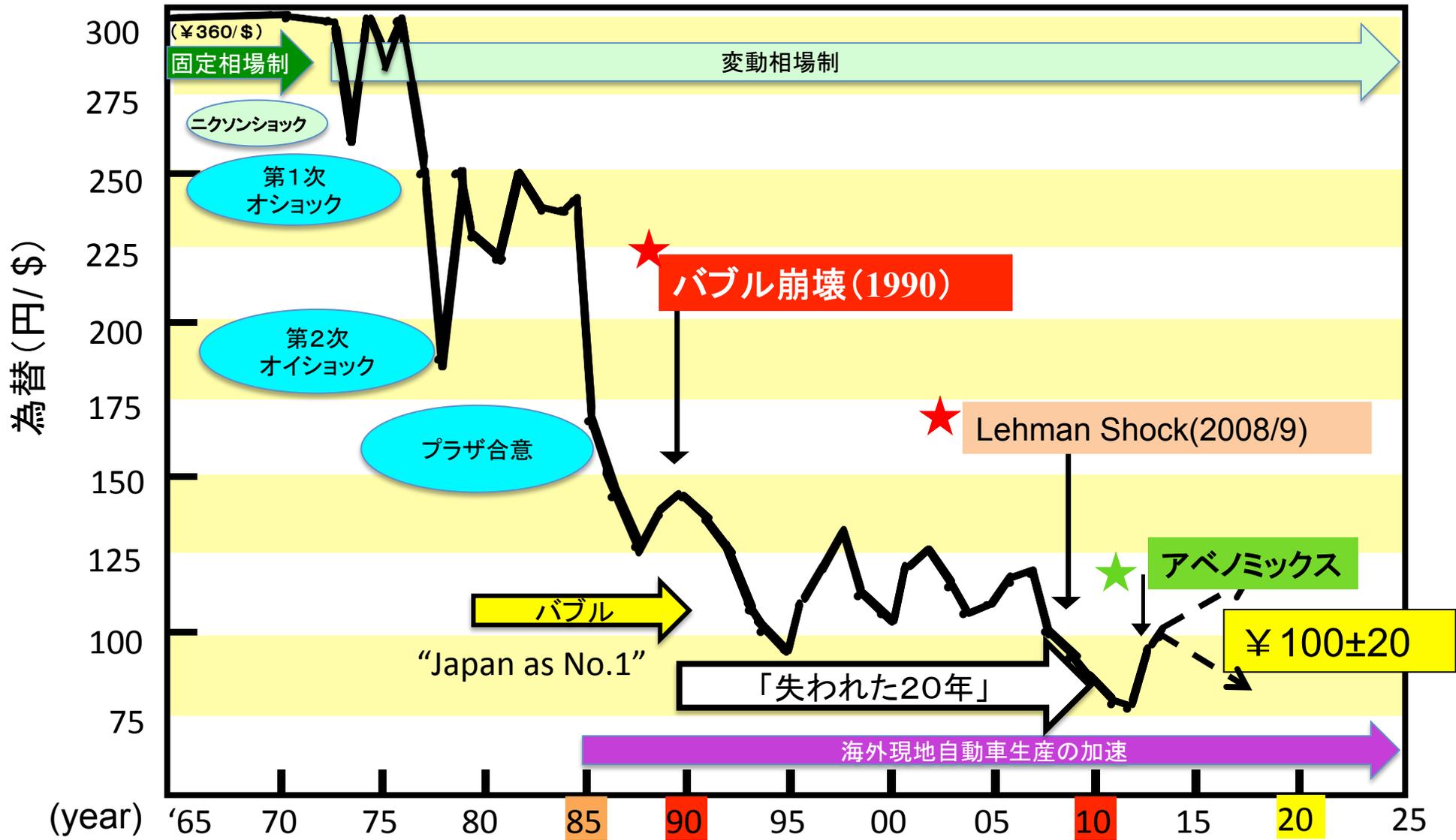
T.Teratani



21世紀は“Re-”の時代！; 長期ビジョンで再生・再構築！

「失われた20年の教訓は？」

T.Teratani



奢りの戒め、「内向き」から「外との共生」へ！

まとめ

1. クルマの電子化・電動化を支えるのは、「電気」である
→多くのクルマは何らかのハイブリッド機能(車両エネルギーマネジメント)
2. 次世代電動車両(HEV,PHEV,EV,FCEV)の電源システムは、「クルマ」「家」「電力」との連携(トータルエネルギーマネジメント)
→画期的な電池(Li,ポストLi)・パワーエレ(SiC,GaN)・電力ネットワークが鍵
3. 自動車・鉄道・家電・通信・スマートコミュニティで省エネ進む「電気を賢く使う」には、将来の電力ネットワーク構築が必須
→防災上、日本列島に電力の「背骨」を通す(電力自由化;分散とシステムのバランス)
エネルギーと資源、国際協調の実現(グローバルエネルギーマネジメント)
4. 21世紀は循環型社会 “Re-”の時代、2020年がKey Year!
→原点に立ち返り、「ユーザー視点」と「長期ビジョン」で再生・再構築