

2020年版 エコカー(HV/PHV/EV/FCV)の市場/技術動向

内容:

1. エコカー市場とエコカー技術の概要

- ・市場動向概要
- ・CASE時代の自動車取り巻く環境変化
- ・EVはほんとうに環境に優しいのか
- ・次世代バッテリー動向
- ・エコカー技術の概要

2. 各社のエコカー技術動向

- ・トヨタ(HV,PHV,EV,FCV)
- ・ホンダ(HV,PHV,EV)
- ・日産(HV,EV)
- ・テスラ(戦略、バッテリー-マネジメント技術、model3分解)
- ・その他(SONYのEVなど))

3. まとめ

呼称

ハイブリッド車:HV,HEV

プラグインハイブリッド:PHV,PHEV

電気自動車:EV,BEV

燃料電池車:FCV

本資料ではHV,PHV,EV,FCV記述

2020.11.17

群馬大学協力研究員

東京電機大学非常勤講師

中谷 隆之

自動車業界は大きな変革期

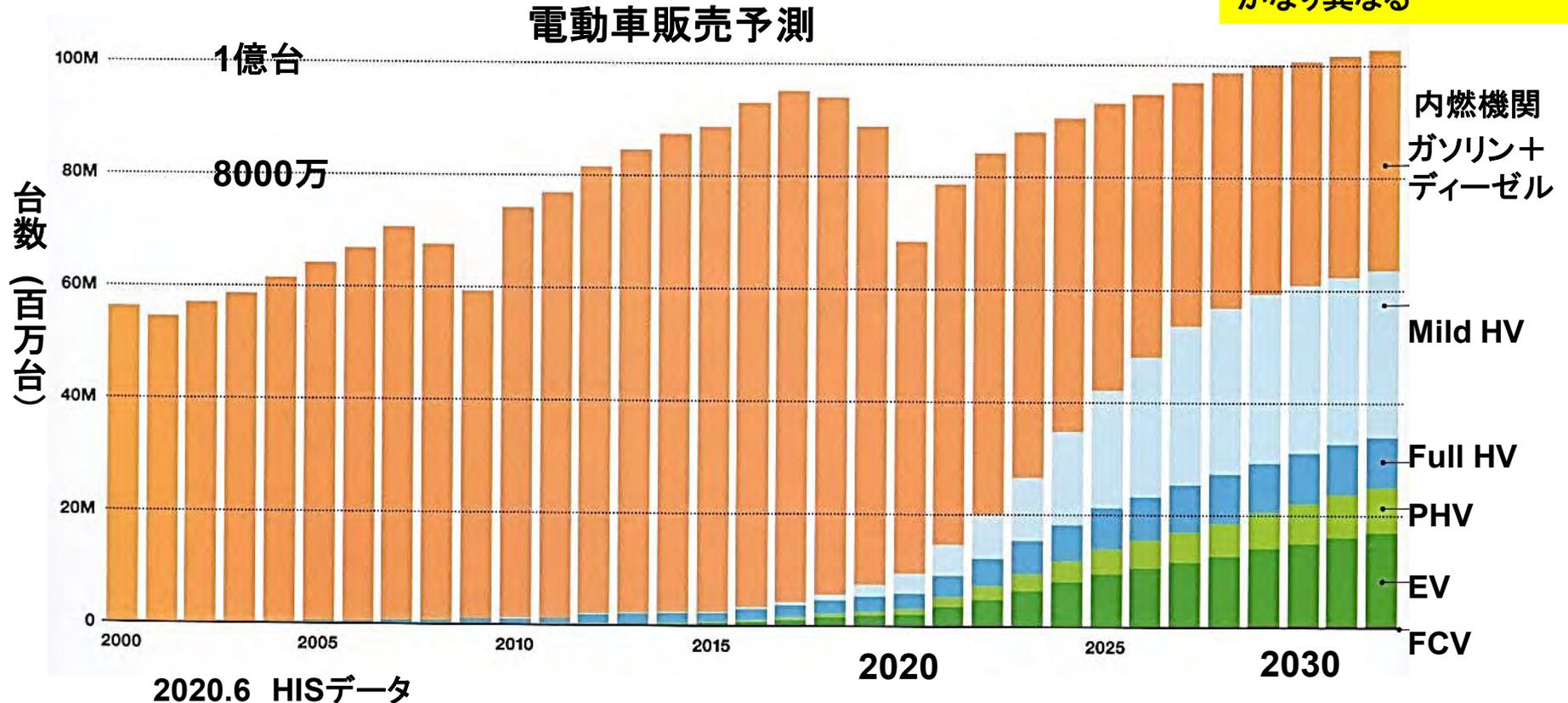
- ・クルマを取り巻く環境が大きく変化している
- ・CASE (コネクテッド、自動運転、シェアサービス、電動化)が自動車産業を一変させる
CASE時代を先取りしているのがテスラ
- ・環境問題から内燃機関(ガソリン、ディーゼル車)から電動車(EV,HV,PHV,FCV)へシフト



エコカー:ここ10年の環境車はHV+PHVか

- ・2019年に世界で販売された電気自動車EVは200万台でクルマ全体の2%
- ・2030年でのEV販売比率は全体の15%程度
- ・この10年はハイブリッド(Mild HV, Full HV, PHV)が環境車のメイン
- ・EV時代本格化はバッテリー環境が整う2025年以降か

調査機関により予測は
かなり異なる



中国、2035年にガソリン車全廃へ

- ・中国は2035年に新車販売のすべてを電気自動車(EV)などの新エネルギー車(NEV)およびハイブリッド車(HV)にする方針を明らかに
- ・ロードマップでは、35年には新車販売で通常のガソリンエンジン車をすべてHVにすることを目指す
- ・EVやプラグインハイブリッド車、燃料電池車などが含まれるNEVについても、新車販売で50%以上占めるようにする。ガソリンエンジン車は市場から排除
- ・当初HVは対象から除外されていたが、EVのみでは非現実でHVを含めざるをえなくなった模様

中国政府は新エネ車に加えHVも優遇

(新車販売台数ベース)

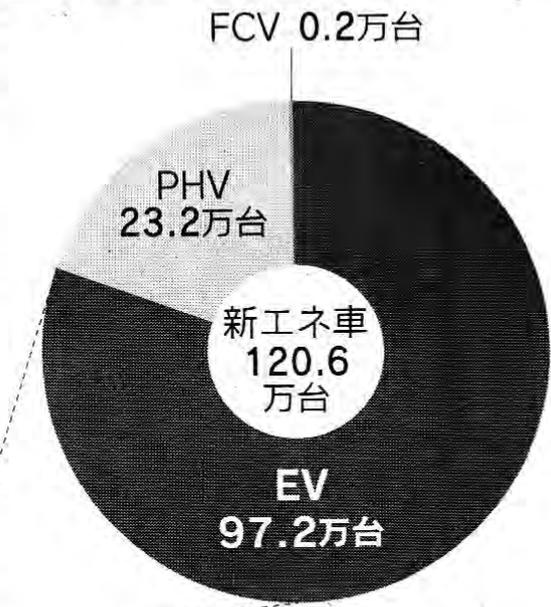
		25年	30年	35年
ガソリン車	現状 (19年)	40%	15%	0%
	95%			
HV		40%	45%	50%
EVなど 新エネ車	5%	20%	40%	50%

(注)今回発表されたロードマップを基に作成

中国の新エネ車の8割はEV

新車販売台数
(2019年)
2576.9万台

ガソリン車
(HV含む)
2456.3万台



(出所) 中国汽車工業協会

現状、EVはユーザ&メーカー&環境にメリットない

ユーザにとってのEV価格メリットは？

メリットは、加速感、走行中のCO2排出無し、所有する喜びなどだが、費用面でのメリットは現状ない。

- ・EV、PHVの航続距離、EPA電費から1km走行にかかる電気代を概算
- ・50kWhクラスのEVではEPA電費は約6km/kWh。電気代30円/kWhとすると1km走行で約5円
HVで25m/L燃費とほぼ同額相当(ガソリン125円/Lとして)
- ・燃料費(ガソリン代 vs 電気代)比較では、EVとHVがほぼ同等
- ・CO₂排出環境面でも5万km走行で、EVとHVほぼ同等
- ・車両価格では同等クラスEVはHVより100万~150万高い
- ・EVは充電環境や充電時間も大きな課題

EPA電費(km/kWh)
アメリカ合衆国環境保護庁が規定する電費計算方法
1kWhの電力で走行できる距離

各社EV,PHV(EV走行)での電費

項目	テスラ			日産		ホンダ		トヨタ	
	model3	model3	model X	Leaf	Ariya	Honda-e	クラリティ(PHEV)	LQ	プリウス(PHEV)
バッテリー容量(kWh)	55	75	100	62	65	35	17	54	8.8
航続距離(km)	386	499	507	458	450	222	75.6	350	40
EPA電費(km/kWh)	6.4	5.6	4.2	7.4	6.9	8.0	4.5	6.4	4.6
電気代(円/km)	4.7	5.4	7.1	4.1	4.3	3.8	6.7	4.7	6.5

30円/kWhとして

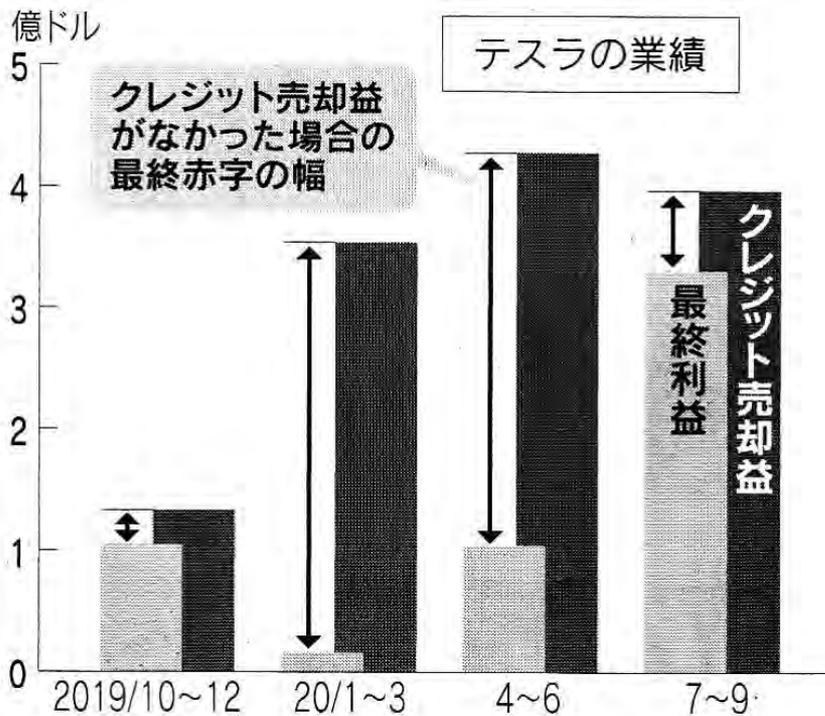
著者が各社資料から計算

EV走行時

EV走行時

現状、自動車メーカーにてEVは利益が出ない

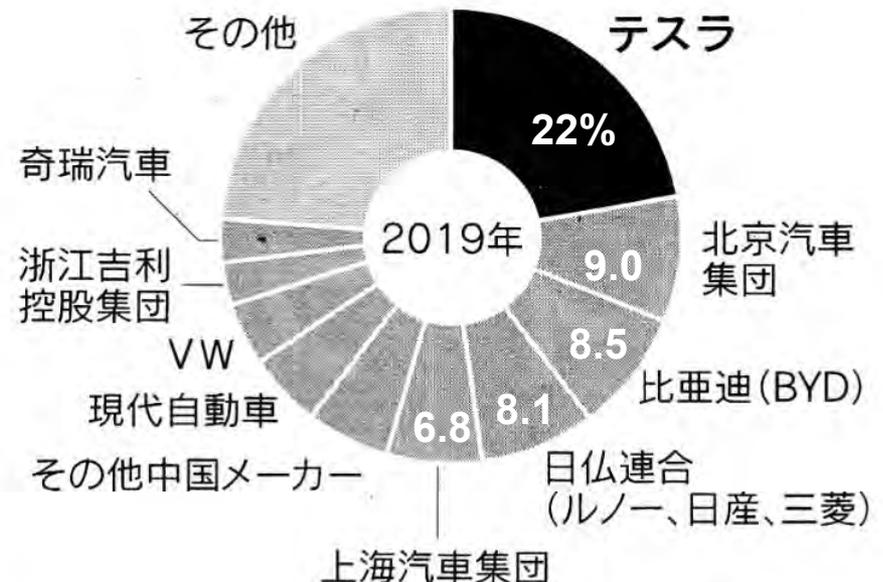
- ・テスラ: 温暖化ガス排出枠(クレジット)販売なければ赤字
2020年7月~9月期3億9700万ドルのクレジット売却益で、3億3100万ドルの最終利益確保
- ・トヨタ: 現時点では電池価格の高さで売れば売るほど赤字
- ・ホンダ: 電池が高くて全然もうからない。ブレークスルーなければ、やせ我慢大会
- ・一般的なガソリン車の駆動系部品は4700ド。EVは1万200ドル。内1万ドルは電池
- ・2万5000ドルのEV大衆車で黒字化するには、電池が現状より3強割安くなる2027年
- ・別記事では、現状EVコストはガソリン車より129万円高い。コストバランスするのは2025年



日経 2020.10.23

EV乗用車の世界販売シェア

2019年
total
167万台



日経2020.7.3

現在のエコカーは真にエコか？

自動車のエネルギー効率

トヨタ資料では、HV車はガソリン車より2倍以上エネルギー効率が高い。別資料では、EVは電力を石油火力依存とすると、ガソリン車の2倍エネルギー効率が高い。するとHV≒EVの効率

ではHV/PHV/EVの部材(特にバッテリー)

を製造するエネルギーを考慮すると

現在のエコカーは真にエコ？

EVは走行中にCO₂を大気にばらまかないメリットは大きい。

	燃料効率(%)	車両効率(%)	総合効率(%)
ガソリン車	88	16	14
ハイブリッド車	88	37	32

燃料効率 * 車両効率 = 総合効率(%)

燃料効率: 燃料を採掘・製造して給油するまでの効率

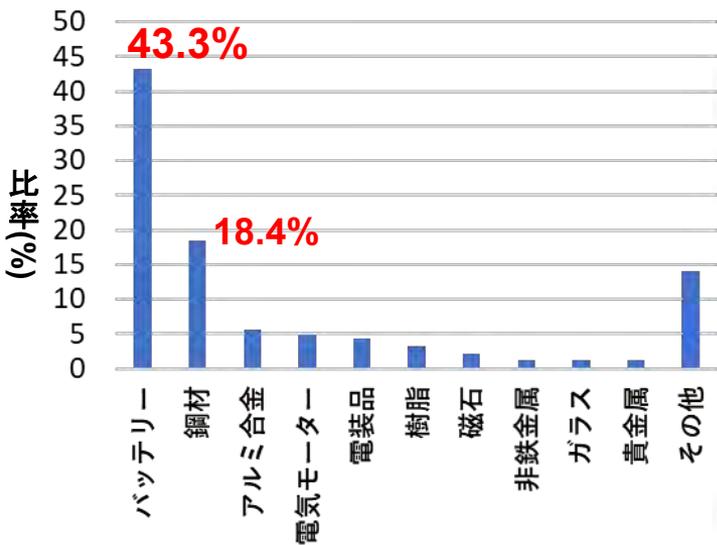
車両効率: タンク内の燃料を消費して車が車輪で走行する効率 (トヨタ資料)



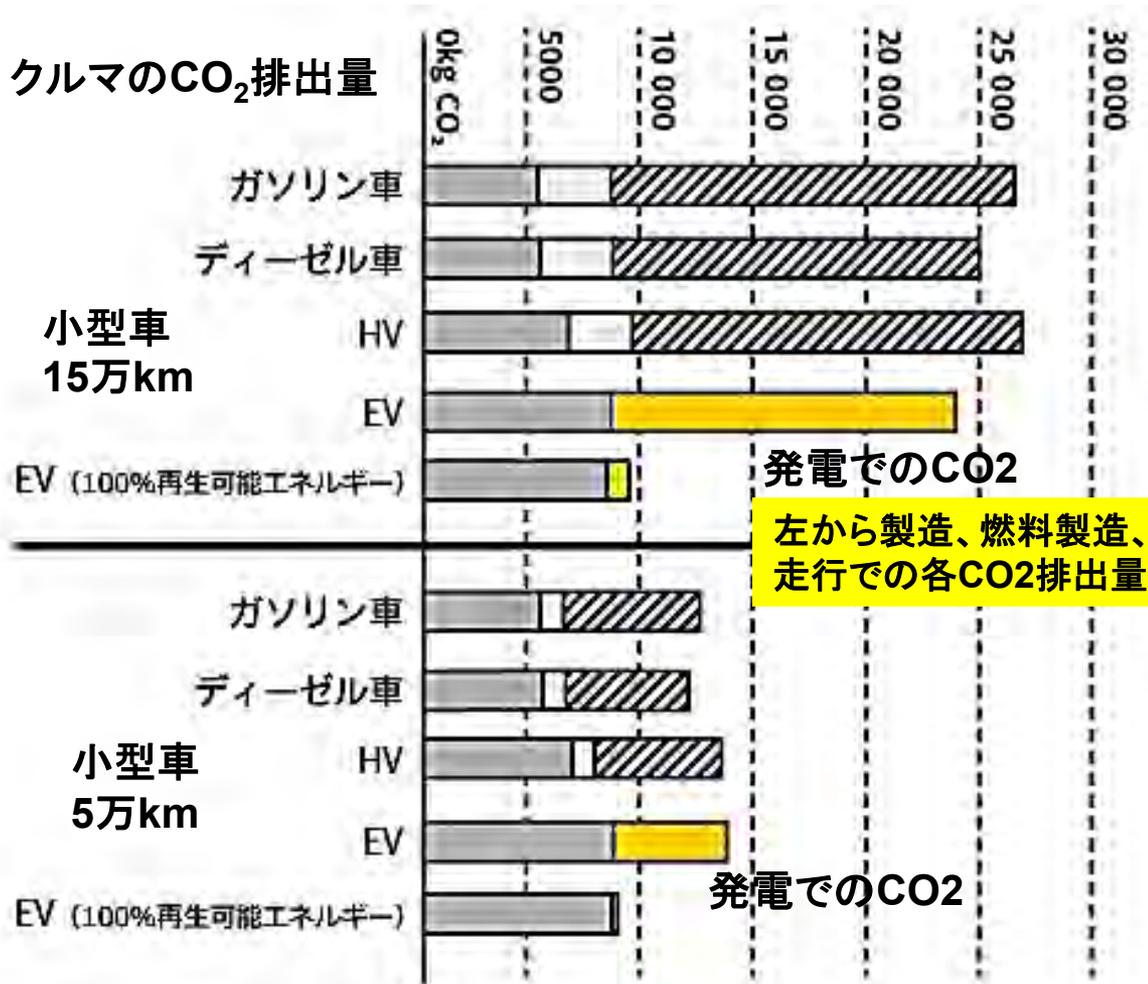
エコカー製造および走行時のCO₂排出

- ・クルマ1台が15万km走行すると、ガソリン車、HV, EVどれでも総量約25トンものCO₂を排出する。
- ・EV製造時のCO₂排出量はガソリン車の1.5倍(小型車)~2倍(大型)多い
- ・5万km走行では、EVとHVのCO₂排出(ドイツ)はほぼ同じ (ただし各国の発電源比率で異なる)
ドイツでの石炭+石油+天然ガスで約60%、再生エネルギーで23%の場合
- ・EV製造段階でのCO₂排出は
バッテリー製造で43.3%占める

EV製造CO₂排出量比率



クルマのCO₂排出量



もとデータはVW(フォルクスワーゲン)

リチウムイオンバッテリー不足懸念

現在でもEVやPHV用のリチウムイオンバッテリーが不足し生産に支障がでている。
今後EVの販売が急増するとバッテリーの原材料不足が懸念。

図表2 リチウム（純分）の国別生産量、埋蔵量および資源量ランキング

	年間生産量（トン）				埋蔵量 （万トン）	資源量 （万トン）
	2015年		2016年			
1位	豪州	14,100	豪州	14,300	チリ	750
2位	チリ	10,500	チリ	12,000	中国	320
3位	アルゼンチン	3,600	アルゼンチン	5,700	アルゼンチン	200
4位	中国	2,000	中国	2,000	豪州	160
5位	ジンバブエ	900	ジンバブエ	900	ポルトガル	6
世界合計（概数表示）	（除・米国） 31,500		（除・米国） 35,000		1,400	4,700

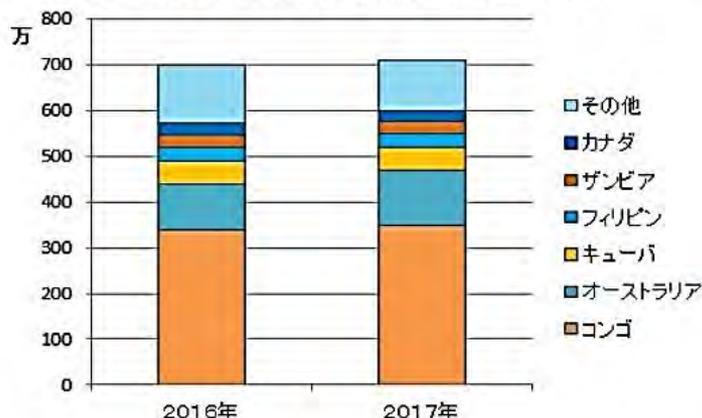
出所：生産量・埋蔵量はUSGS "Mineral Commodity Summaries 2017"、資源量は同 "Argentina Lithium Map" (2017)

リチウムは生産国に偏りがある。南米と豪州。ただ可採年数は400年と無尽蔵

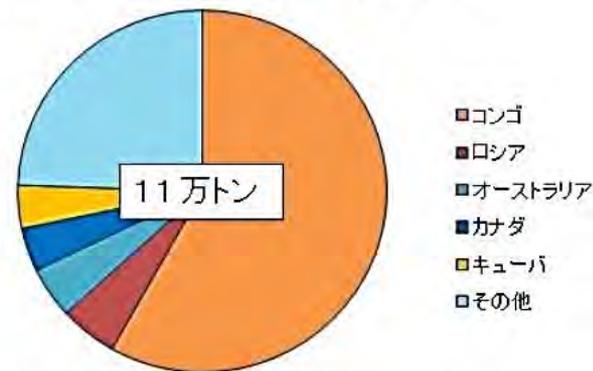
コバルトはリチウムより問題が深刻なため、コバルトフリーのリチウムイオンバッテリー開発が進んでいる。

エコカー (HV,PHV,EV,FCV) では様々なレアアース/メタルが必要

地域別コバルト埋蔵量(単位:トン)



2017年の地域別コバルト生産量



米地質調査所の資料を基に作成

EV時代本格化は2025年以降か

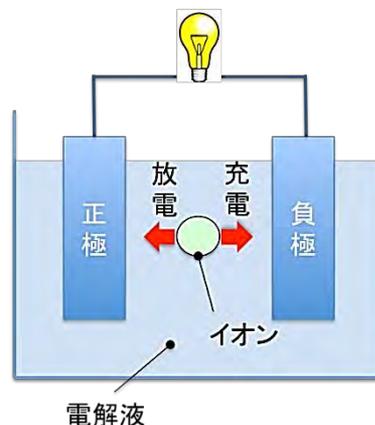
EV本格化はポストリチウム、全個体電池がkey

現状のリチウム電池性能やコストでは、EVはユーザ/メーカ共にメリットない、がトヨタ本音

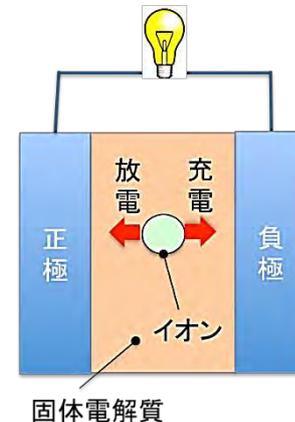
全個体電池実用化でエネルギー密度やコスト面が解決される2025~2030年にEVがやっと競争力をもつ

2020年前半には航続距離を600Kmとする300Wh/L以上のエネルギー密度をもつ全個体電池が実用化見込み

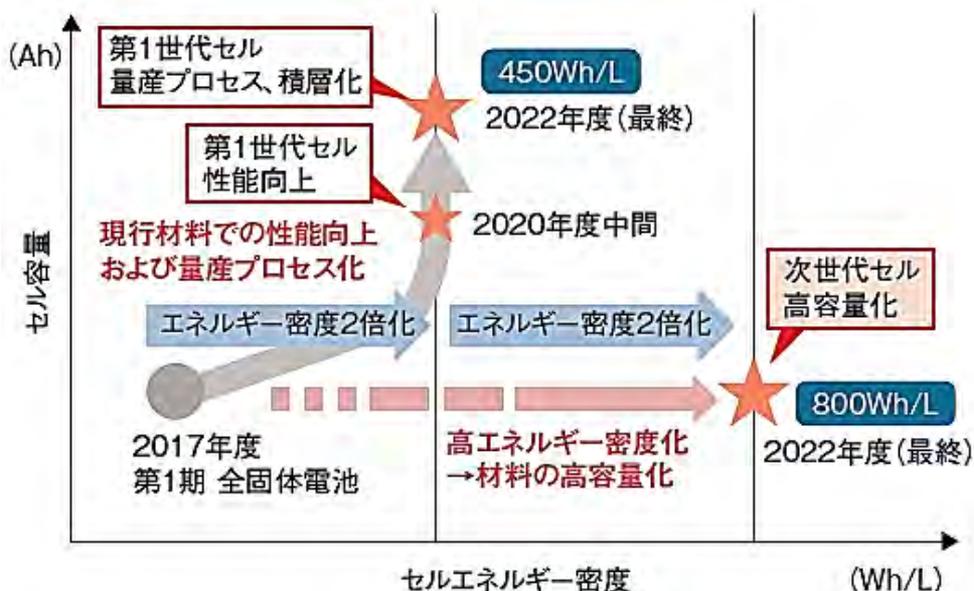
リチウムイオン電池



全個体電池



全個体電池開発ロードマップ



全個体電池のメリット

- 安全性が向上 (電解液の液漏れや揮発と、その発火の恐れがなくなる)
- 数分で80~90%充電する「超急速充電」が可能に
- エネルギー密度の大幅向上に道が開ける
- 自己放電が大幅低減
- 電池の設計自由度が増し、多層化が可能に
- フレキシブル化も可能
- 基板に表面実装できる部品・部材に

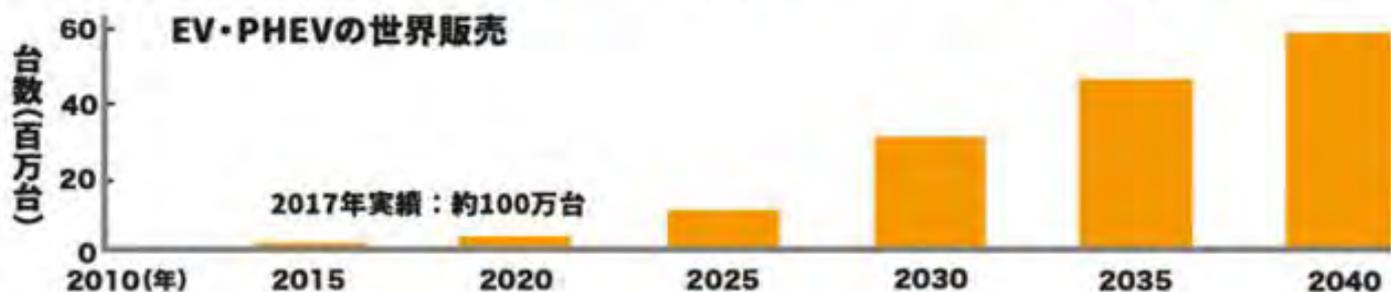
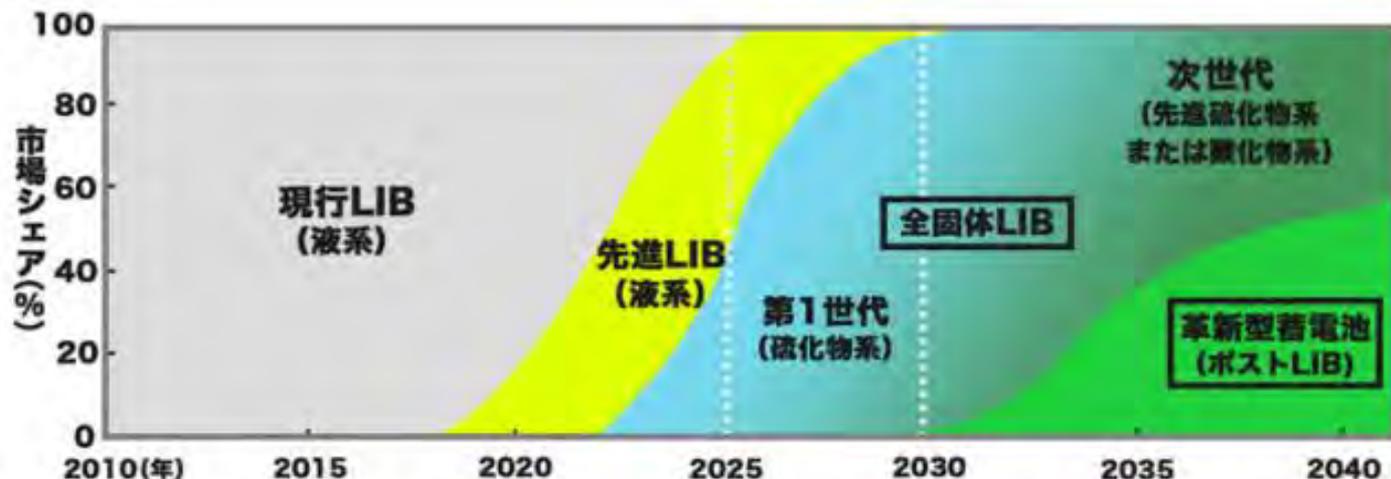
全個体電池の動向

全固体電池の特長は、主に次の3点

- ①エネルギー密度がリチウムイオン電池よりも高い(300~400Wh/kg)
- ②高温に強くて冷却システムやスペースがなくても100°Cでしっかり作動する(低温にも強い)
- ③固体ゆえに漏洩や発火のリスクがない

一説では、搭載する電池の量にもよるが、わずか数分間の急速充電で数百km走れるようになるらしい。また、満充電にした場合の実質航続距離は600kmぐらいまで伸びるらしい。

車載電池の 技術シフト予測

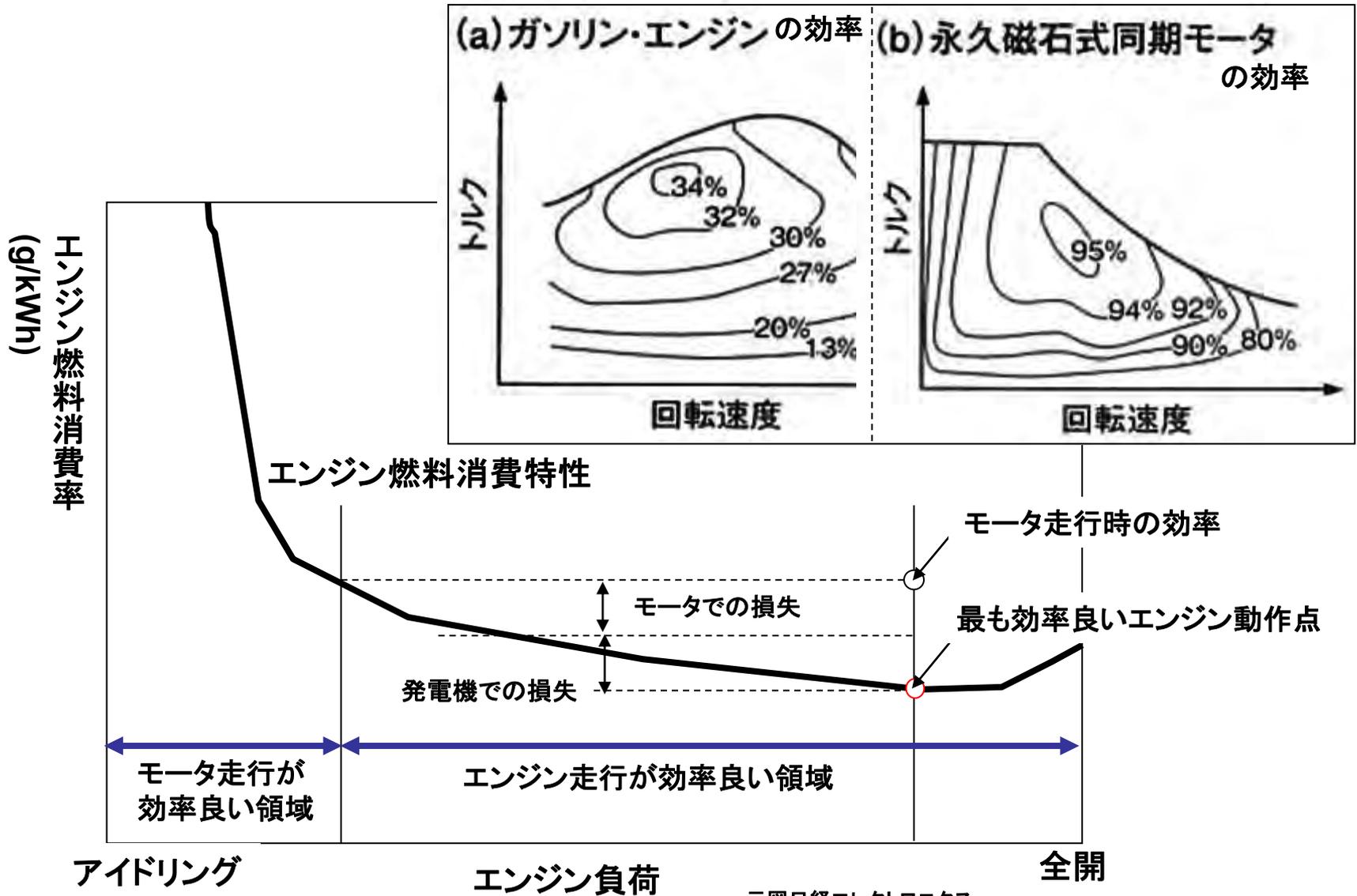


電池技術者の中には全個体電池に懐疑的な意見もある。

なぜハイブリッド車(HV)がエコなのか

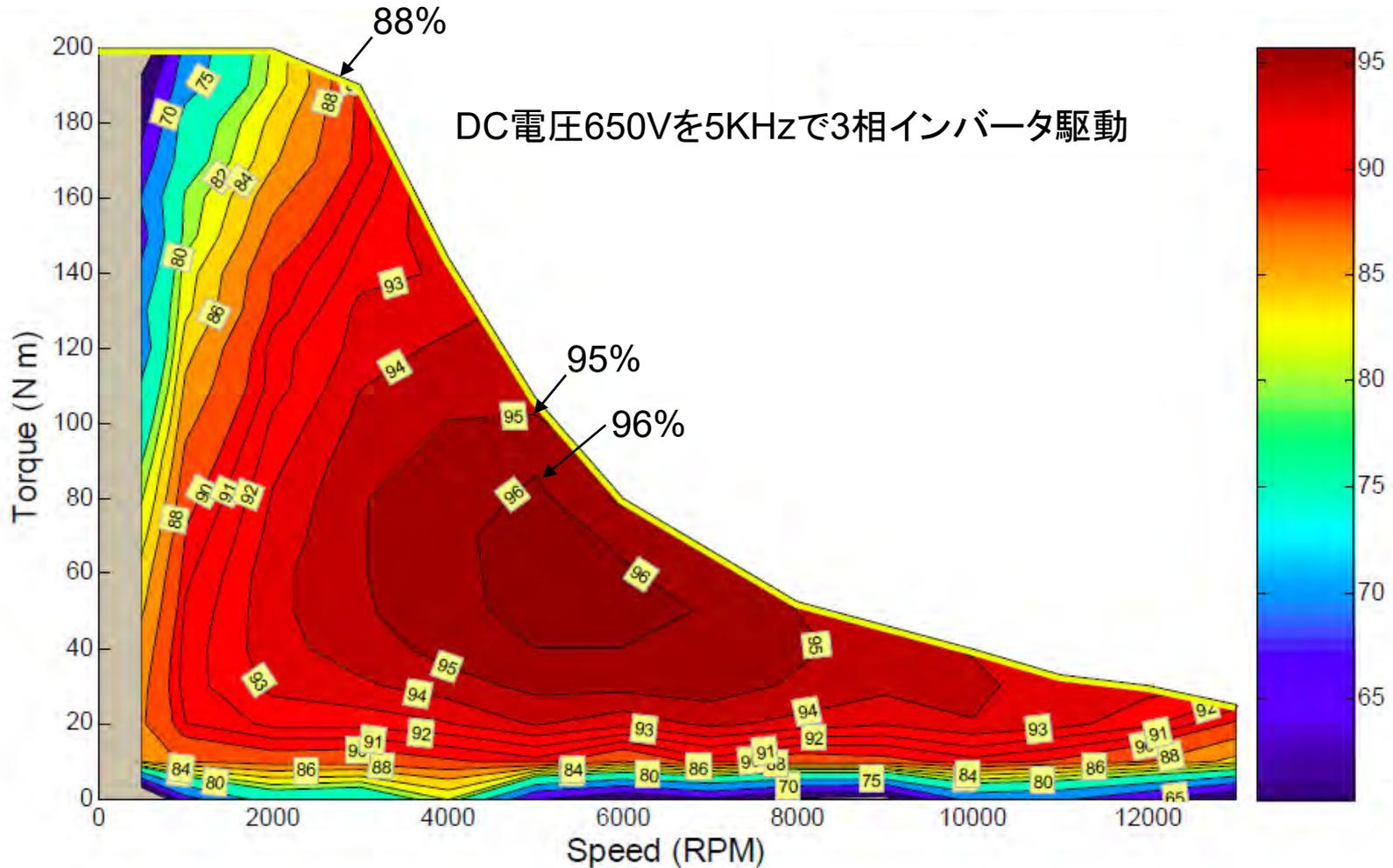
エンジンとモータの最適使用

モータと発電機の損失を考慮しても発進時などでは、モータ走行の方が効率が良い



極めて高いプリウスのモータ効率(2010年型)

- ・4500～6500回転で**96%のピーク効率**を得ている
- ・広い範囲の回転数で88%以上の効率を確保

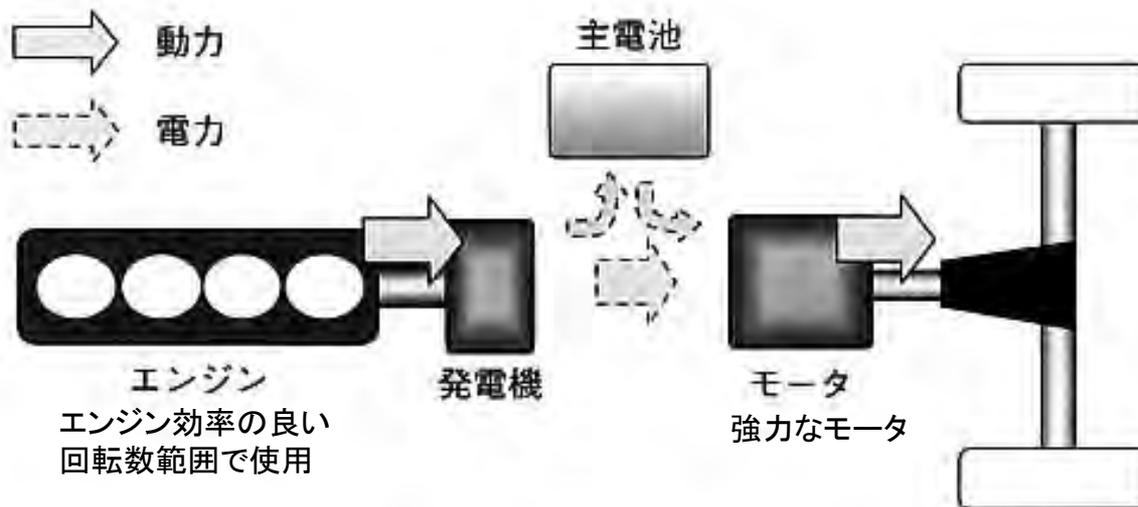


ハイブリッド方式：シリーズHVとパラレルHV

シリーズハイブリッド

エンジンは発電機を回すだけ。
車輪はモータが回す。
構成はシンプルだが動力性能
良くしようとすると発電機や
モータが大型化

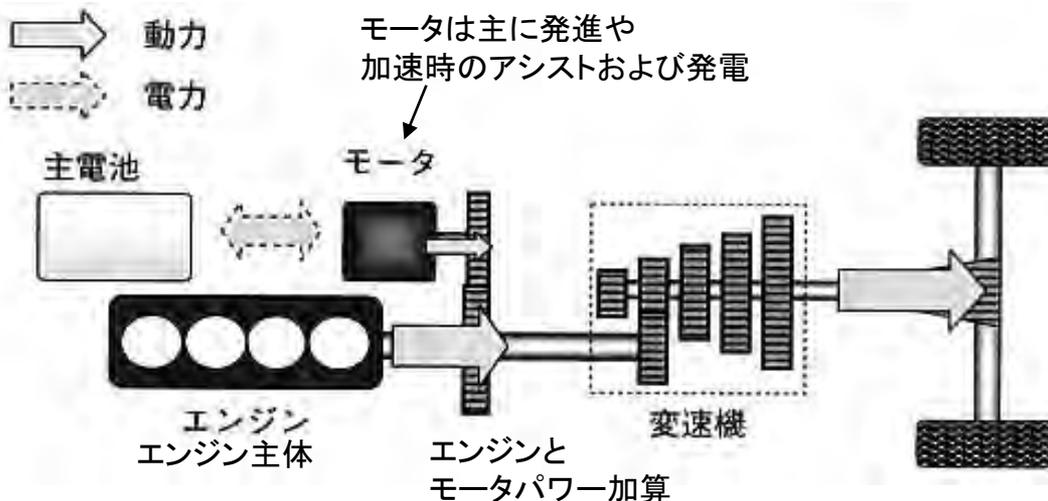
日産がNOTE e-Powerと
して2016年11月発売



パラレルハイブリッド

エンジンの力とモータの力が
合成されて車輪を回す。
シリーズ方式に比べシステムは
複雑だが、モータジェネレータが
小型でも動力性能期待できる

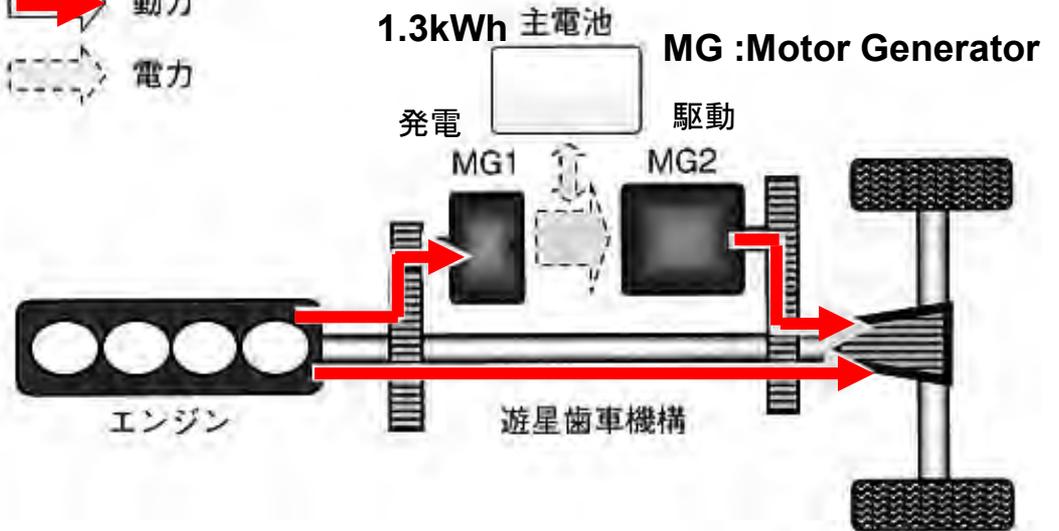
ホンダIMAシステム
(初代フィットHV)など



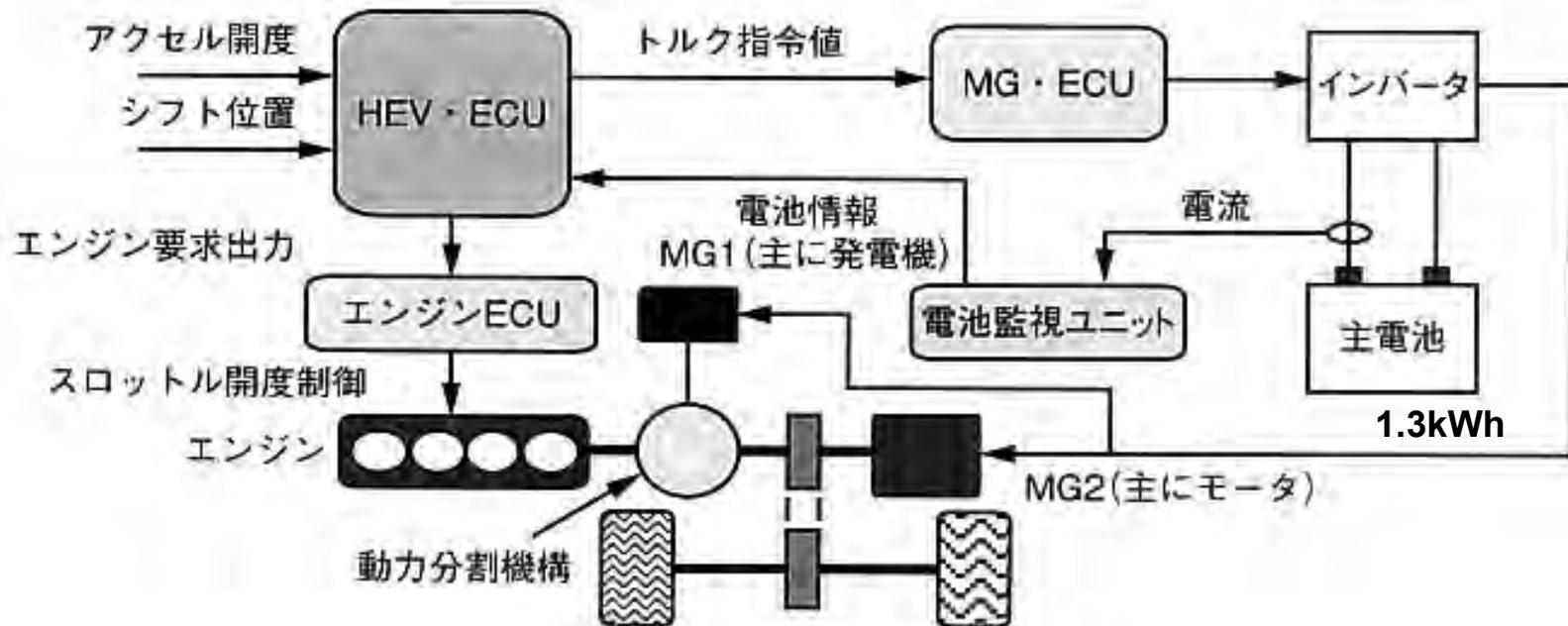
ハイブリッド方式: シリーズパラレルHV

シリーズパラレルハイブリッド

エンジンの他に2個のモータを搭載。
モータは駆動用と発電用の2つ。
構成や制御は複雑となるが、
シリーズ方式とパラレル方式の双方の
利点をもち燃費向上と走りを両立。



トヨタハイブリッドシステム (THS) プリウス他にて採用



シリーズパラレルHVでの動作モード：プリウス例

シリーズパラレルHVはエンジンと、
2つのモータ(駆動用と発電用)を
持つ

①発進・軽負荷

基本はエンジン停止し、
駆動用モータが車軸駆動

②定常走行

エンジン出力を車軸駆動と
発電機駆動に分割し、
HVバッテリーを充電

③加速

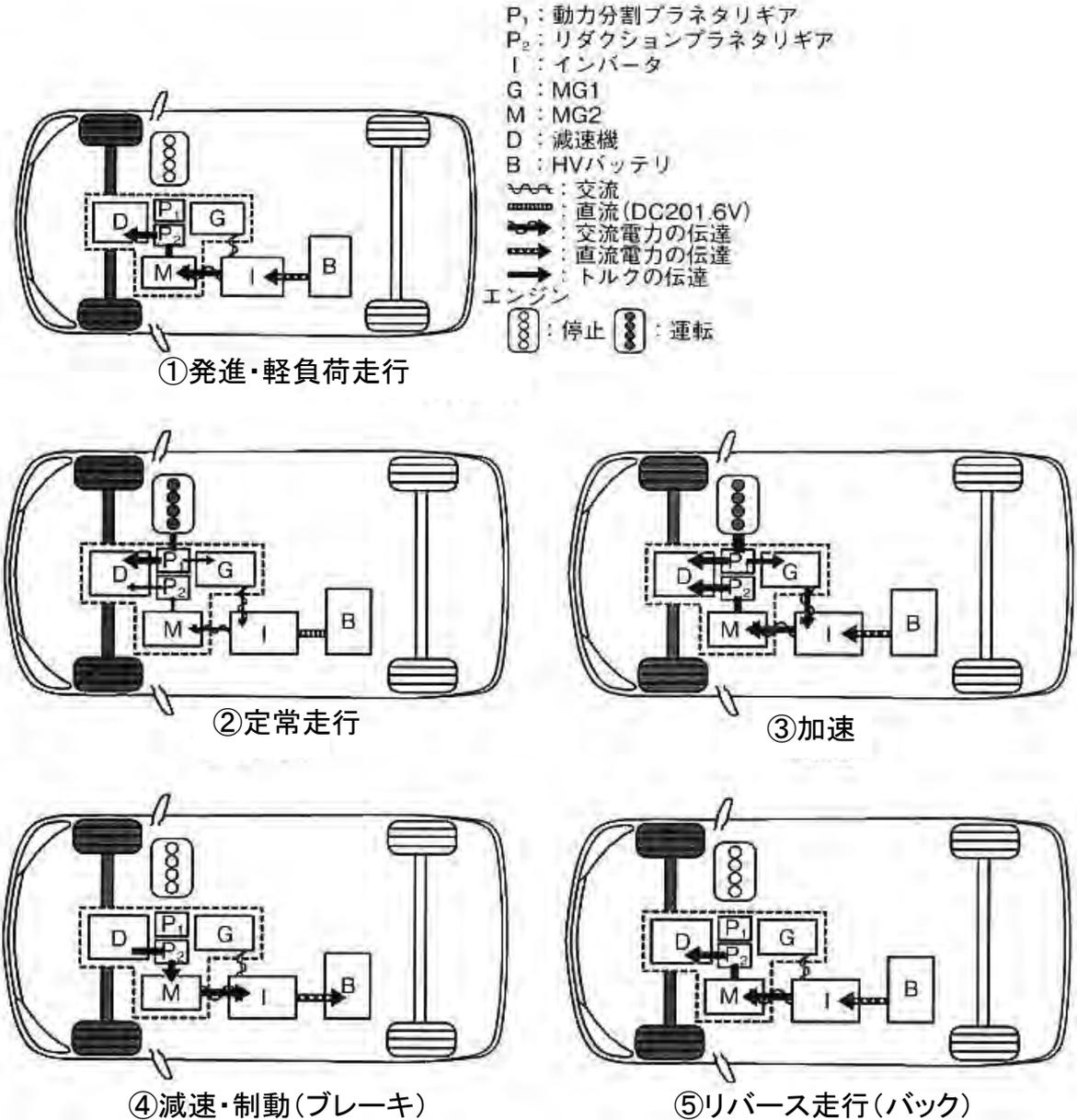
エンジン出力と駆動モータ
出力を加算して車軸駆動

④減速(ブレーキ)

モータにて運動エネルギーを
回生して回生ブレーキと
すると共に、HVバッテリーに
充電

⑤リバース(バック)走行

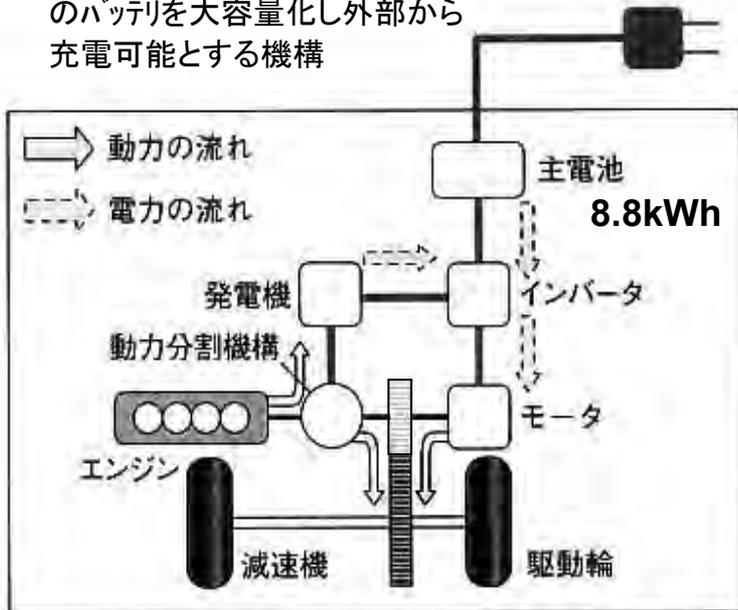
駆動モータが車軸駆動



プラグインハイブリッドと電気自動車EV

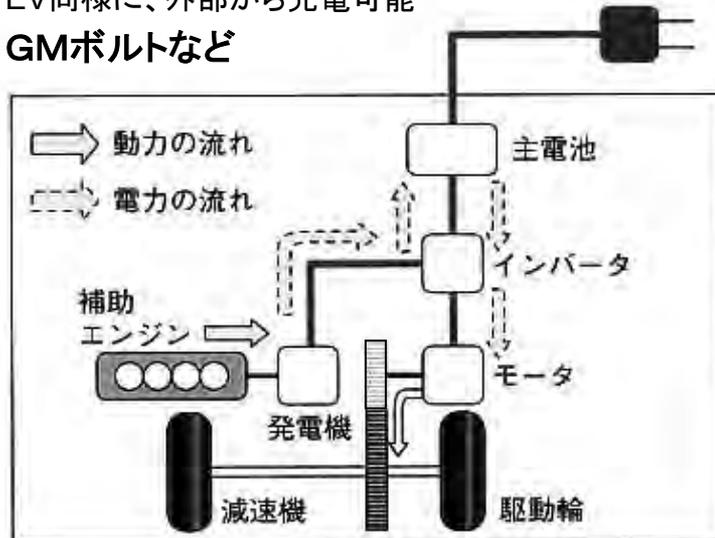
プラグインハイブリッド(PHV)

パラレルHV/シリーズパラレルHV
のバッテリーを大容量化し外部から
充電可能とする機構



レンジエクステンダEV

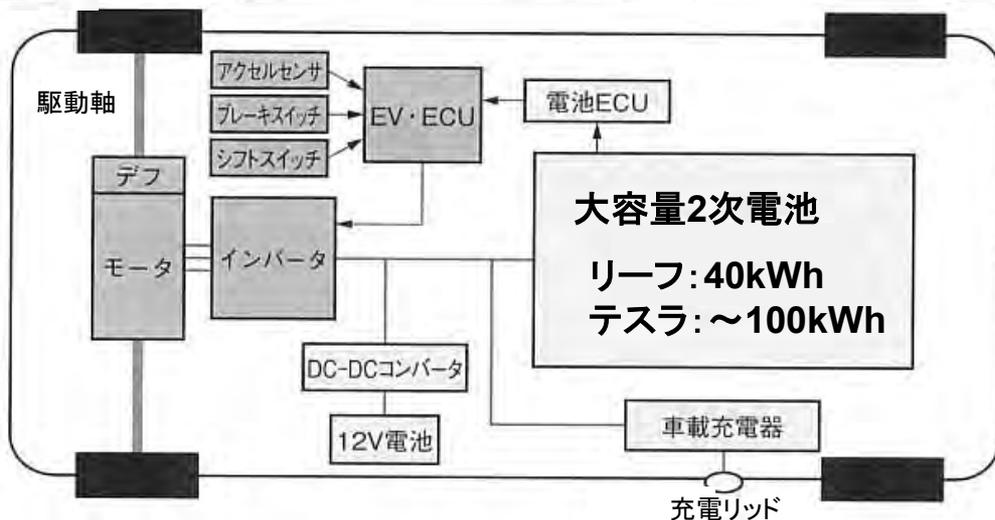
構成はシリーズHVと同じ。
EV航続距離延ばすため、大容量バッテリー搭載。
EV同様に、外部から充電可能
GMボルトなど



電気自動車(EV)

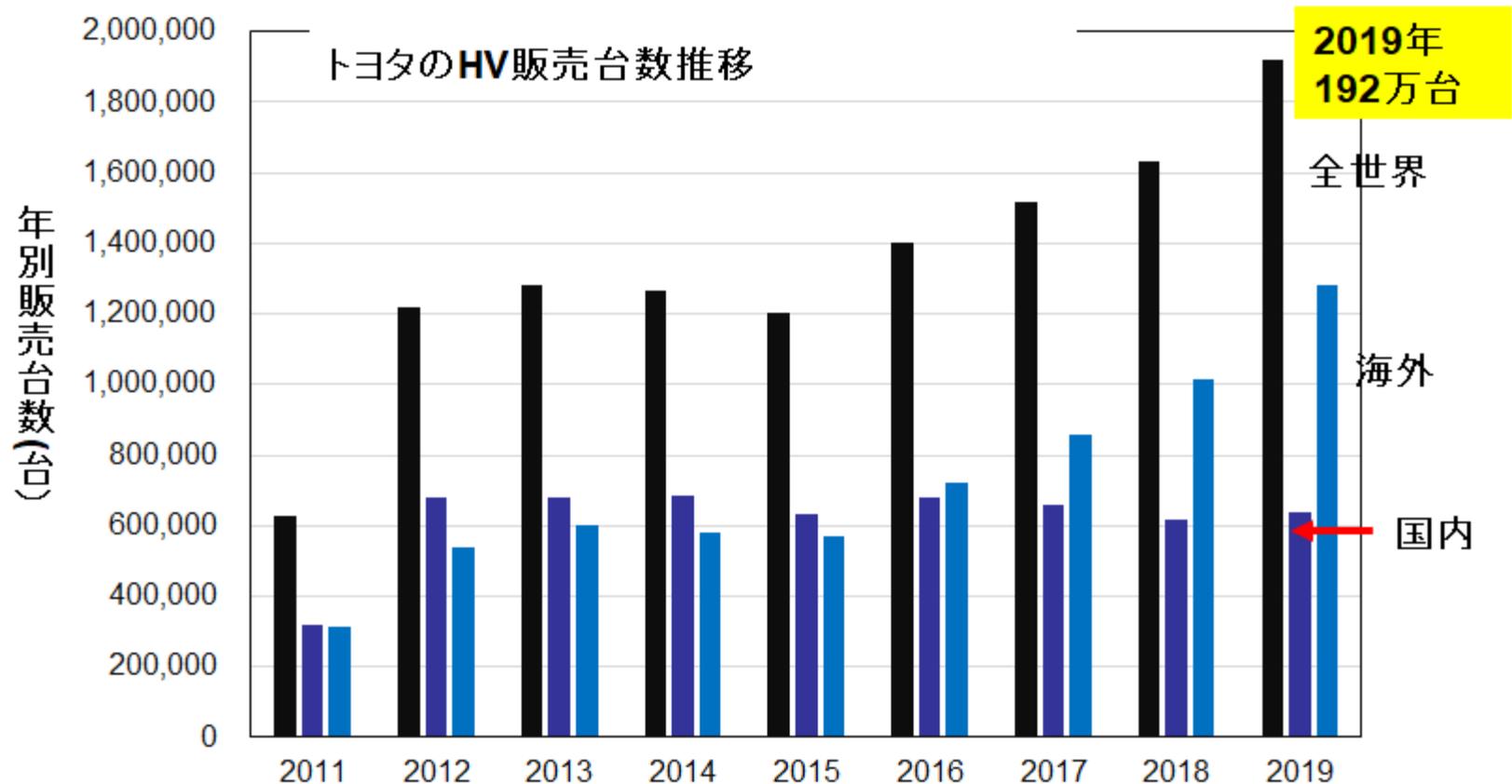
エンジンを持たず、モータのみ
大容量のバッテリー搭載。
外部から充電して使用。

日産リーフやテスラなど



トヨタ HV販売台数

- ・トヨタハイブリッドカーの世界累計販売台数は1997年に販売開始から2019年までで1500万台に達する。(初年度1997は332台販売)
- ・トヨタの2019年度環境車販売台数は、世界でHVが192万台、PHVが56000台、FCVが2494台、**EVはゼロ** (トヨタは世界のEV潮流に乗り遅れているとの記事が見られる)
- ・国内の販売台数は横ばいだが、海外は増加。海外比率は2019年度で67%

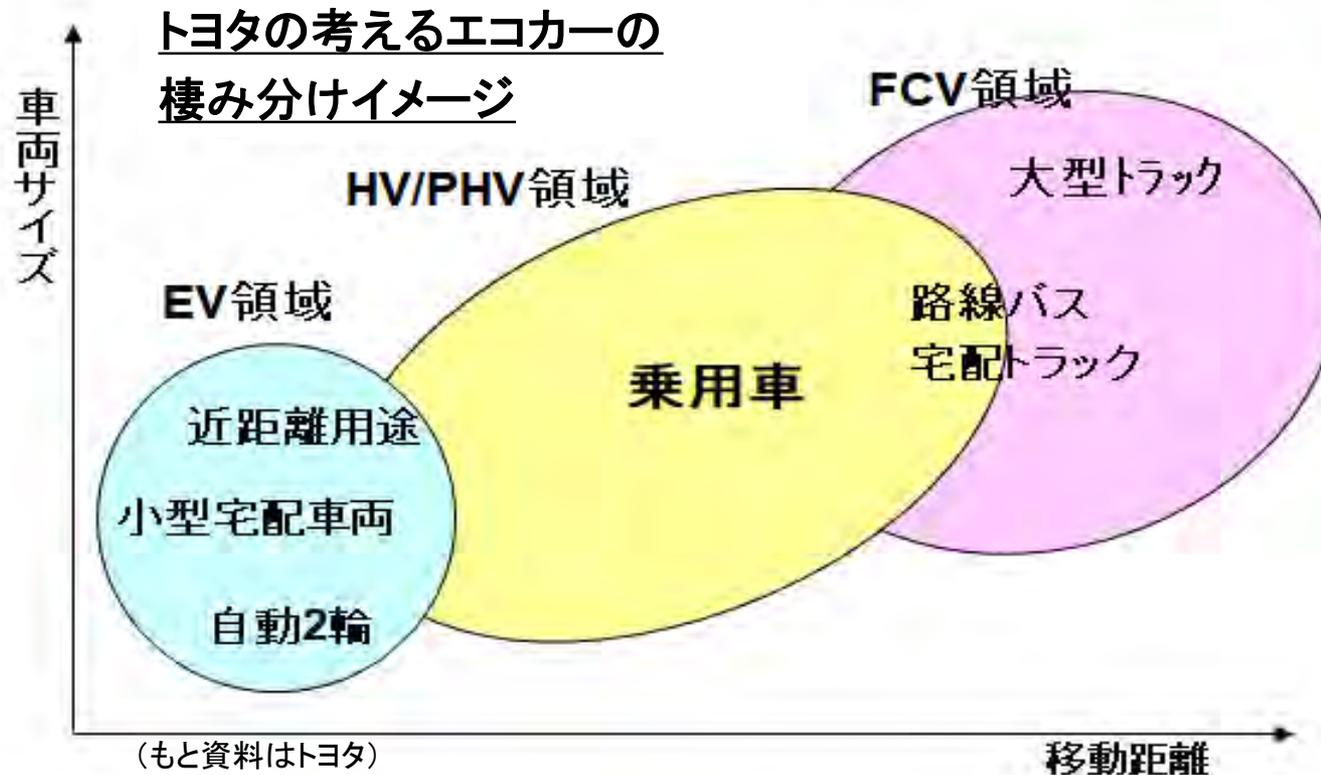


トヨタのエコカー戦略：エコカーの棲み分け

トヨタはエコカーを全方位展開(HV,PHV,EV,FCV)する世界でも類を見ない自動車会社
ガソリン車、ディーゼル車、EV,HV,PHV,FUVそれぞれに利点、欠点があるとの認識

トヨタは2030年頃に世界販売台数の約半数を電動車化方針(2017年12月提示)

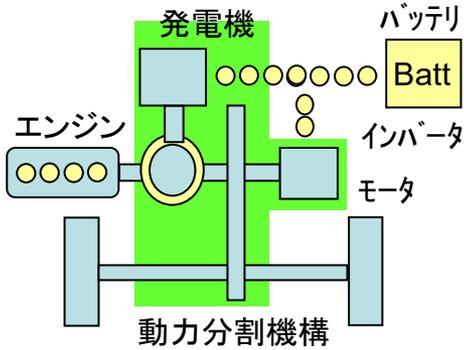
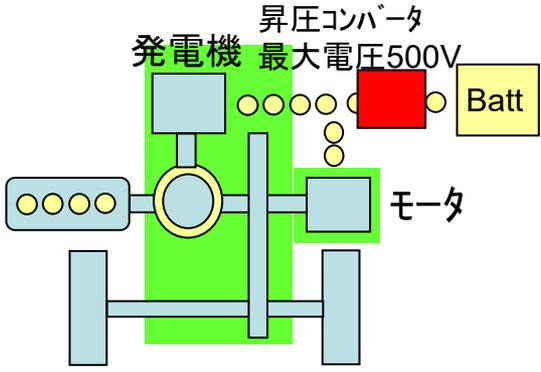
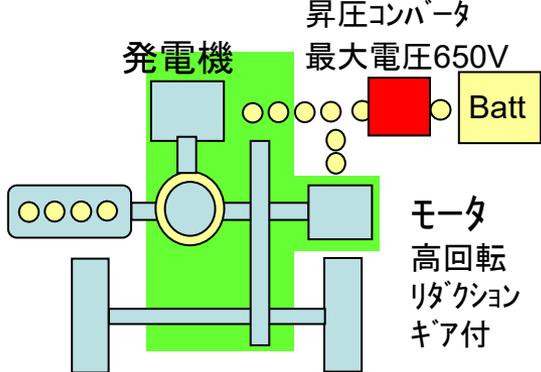
具体的には、電動車550万台以上を販売するとして、内訳はHVとPHVを合わせて450万台、
EVとFCVを合わせて100万台に設定



トヨタ目標
2025年に電動車
550万台以上。
その内100万台以上がEV,FCVとし
残りがHV,PHV

プリウス:ハイブリッドシステム進化

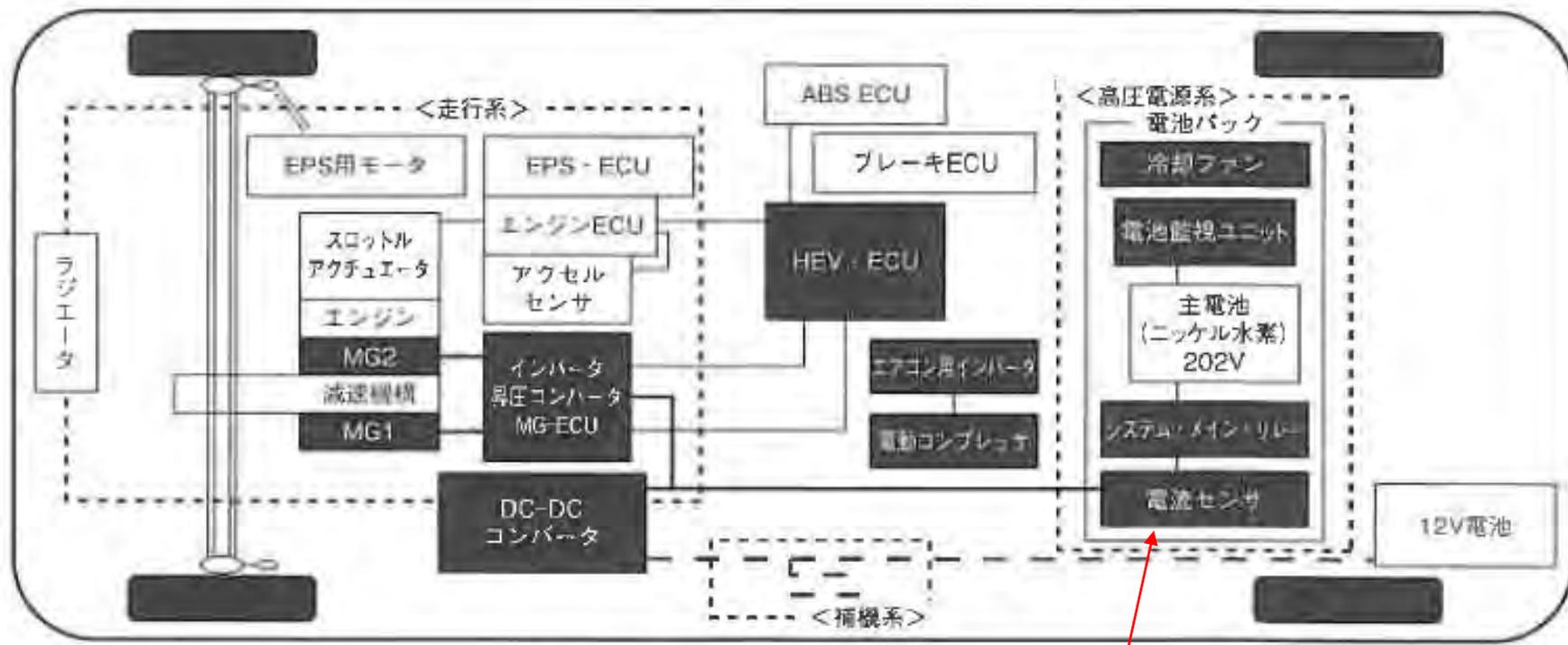
プリウスは地道な改善を繰り返して世代毎に性能向上と低コスト化をはかってきた

世代	第一世代(1997) THS	第2世代(2003~) THS II	第3世代(2009~) THS II
目標	初の量産HV 燃費2倍(対ガソリン車)	パワー性能の向上	実燃費の向上 ユニットの小型化
ハイブリッドシステム			
エンジン	1.5Lアトキンソンサイクル 43kW	1.5Lアトキンソンサイクル 57kW	1.8Lアトキンソンサイクル 73kW
モーター	3相交流同期モーター 33kW	3相交流同期モーター 50kW	3相交流同期モーター 60kW
最大出力			
最大回転数	6,000rpm	6,400rpm	13,500rpm(リダクションギア付)
バッテリー	ニッケル水素(NiMH) 出力 21kW 電圧 288V>>274V(マイナチエンジン後)	ニッケル水素(NiMH) 出力 25kW 電圧 201.6V(1.3kWh)	ニッケル水素(NiMH) 出力 27kW 電圧 201.6V(1.3kWh)
コスト比	1.0	0.5	0.25

プリウス:ハイブリッドシステム構成

- ・プリウスはエンジンとMG1、MG2を搭載。2つの駆動システムをHV-ECUが統合制御
- ・MG1(Motor Generator1)は発電がメインで、エンジン始動と駆動補助に使われる
- MG2は、EV走行と加速アシストおよびエネルギー回生に使われる

ECU(Electronic Control Unit)電子制御ユニット

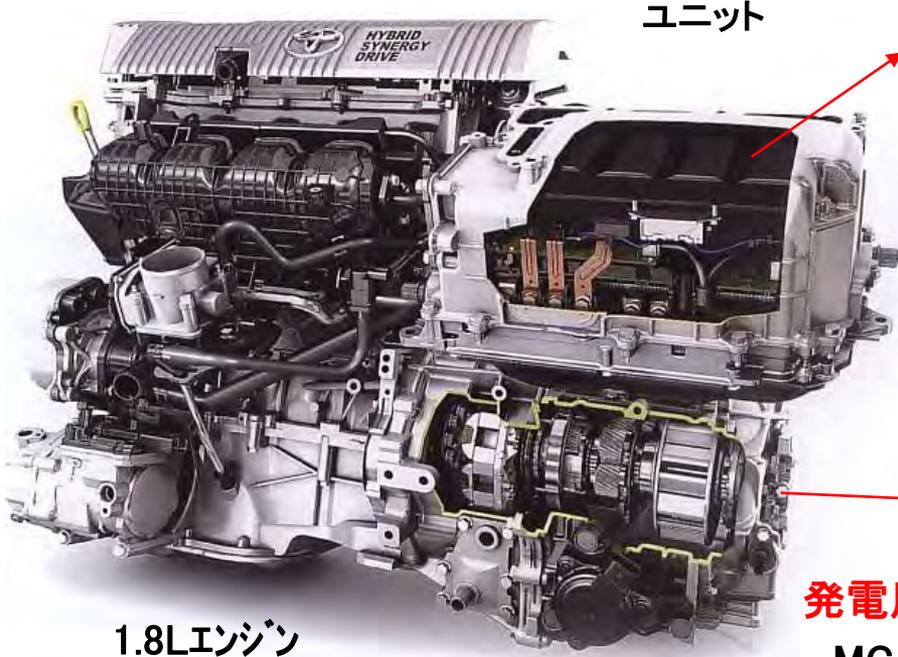


モータ、発電機はエンジンと一体化。
パワーコントロールユニットはエンジンルーム内で
専用ラジエータで冷却

HVバッテリーは後部荷席の下
(高温に弱いため)

プリウスハイブリッドユニット

熱効率の良い1.8Lエンジンに
60kW駆動モータと42kW発電モータを搭載

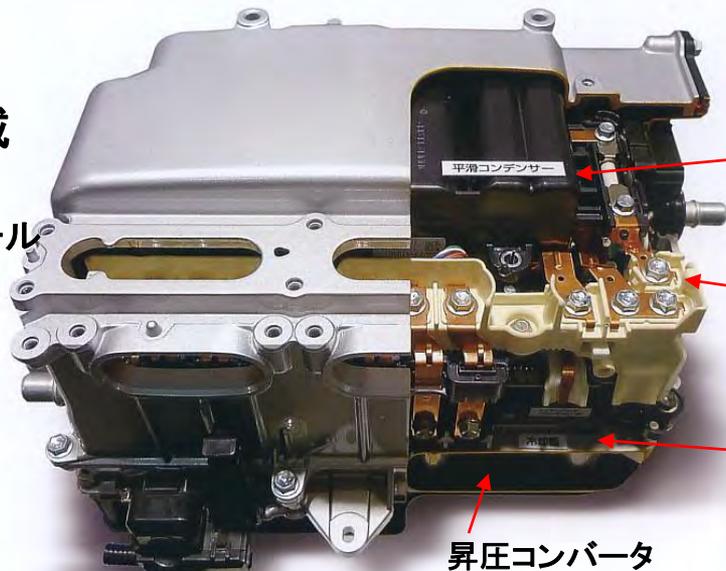


1.8Lエンジン

アトキンソンサイクルエンジン

圧縮比よりも膨張比を大きくして熱効率を改善したエンジン。しかし低回転時トルク、高回転時パワーが低い
が、HVではモータ駆動が補う。

PCU
パワーコントロール
ユニット



平滑
コンデンサ

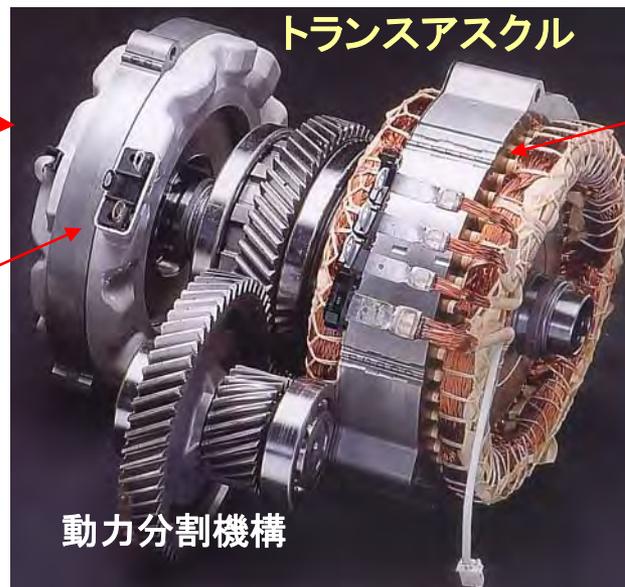
IPU
(IGBT
パワー半導体)

冷却器

昇圧コンバータ
DC201.6VからDC650Vへ

発電用

MG1
650V
42kW
水冷
発電と
エンジン
始動



トランスアスクル

動力分割機構

駆動用

MG2
650V
60kW
207Nm
空冷
加速と
エネルギー回生

基本は前世代と変わらずに高性能、小型化、低コスト化

第4世代(2015年12月～) プリウスパワートレイン

- ・燃費向上(40km/ℓ)
- ・乗り心地、操縦安定性、車体剛性向上
- ・電動4WD化

バッテリーはモデルにより
リチウムイオン型とニッケル
水素タイプを使い分け

ニッケル水素: 1.3kWh
リチウムイオン: 0.75kWh



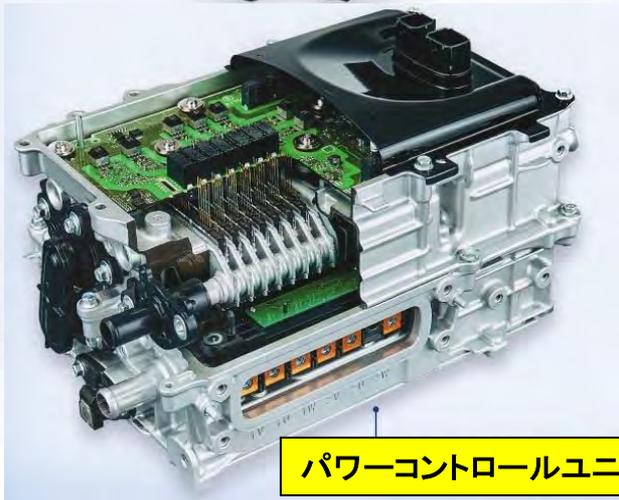
1.8ℓ エンジン



60kW 72PS
高出力モーター



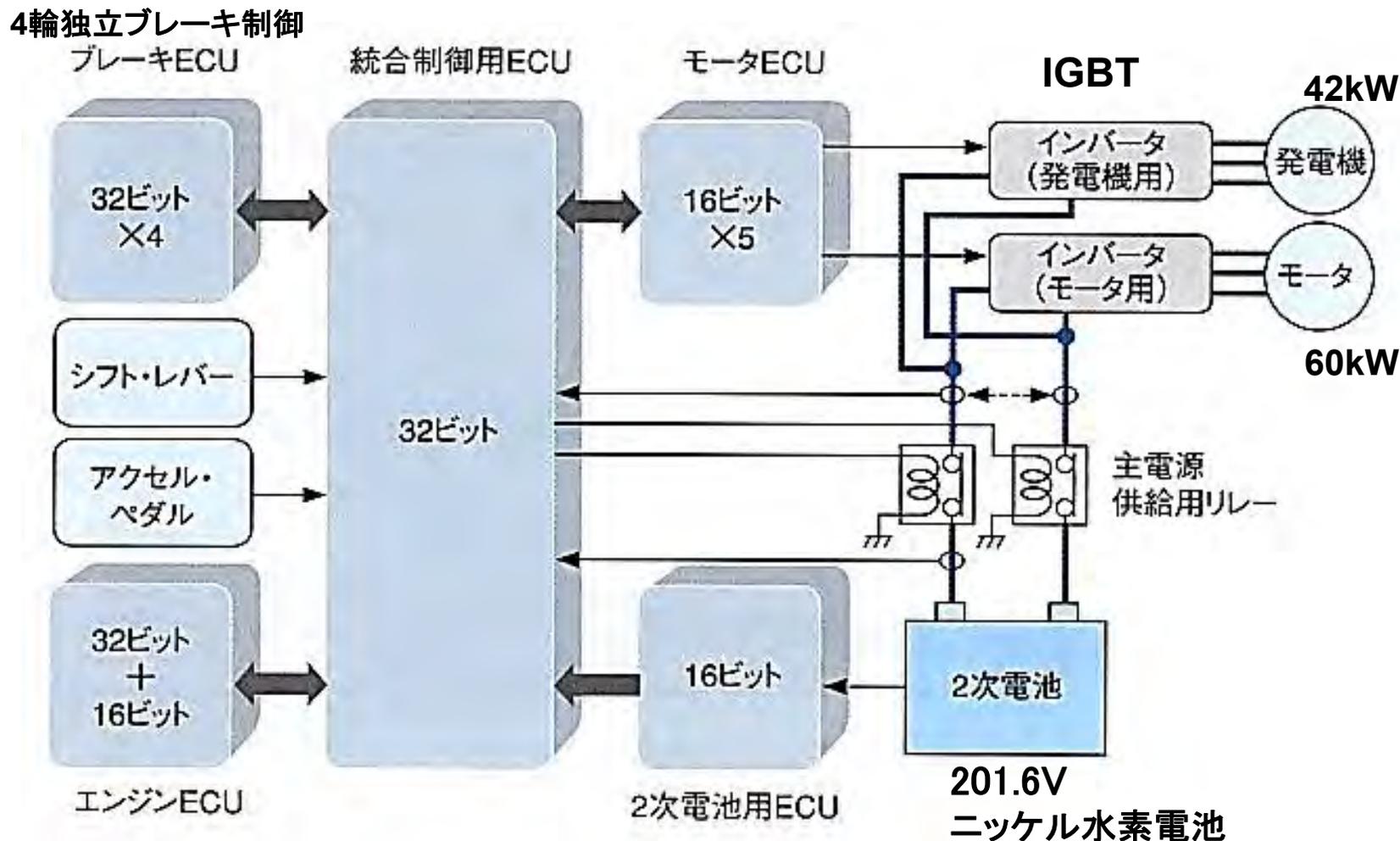
リチウムイオン
バッテリー



パワーコントロールユニット

プリウス・ハイブリッド制御ECU

プリウス・ハイブリッド制御では、32Bitマイコンを6個、16Bitマイコンを7個使用
ハイブリッド制御は極めて複雑。走行条件やバッテリー状態などでエンジンやモータを制御



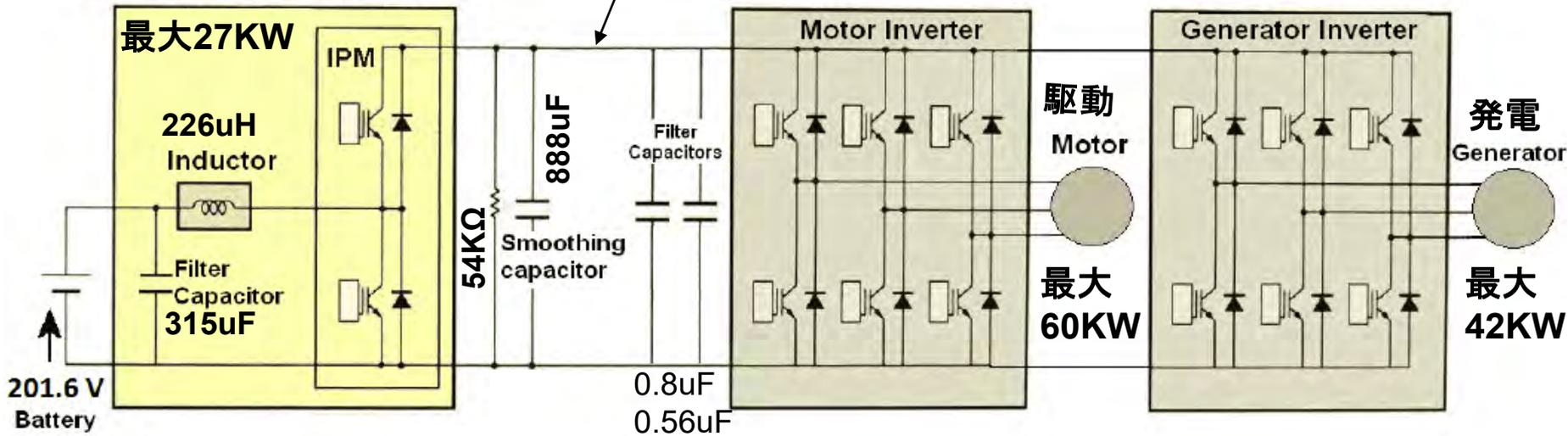
2010年型プリウスPCU(Power Control Unit)

201.6Vバッテリー電圧を最大650Vまで昇圧し、インバータ介し60kWモータを駆動

Bi-directional DC-DC Converter

201.6V~650V DC

パワー素子は2KV耐圧IGBT



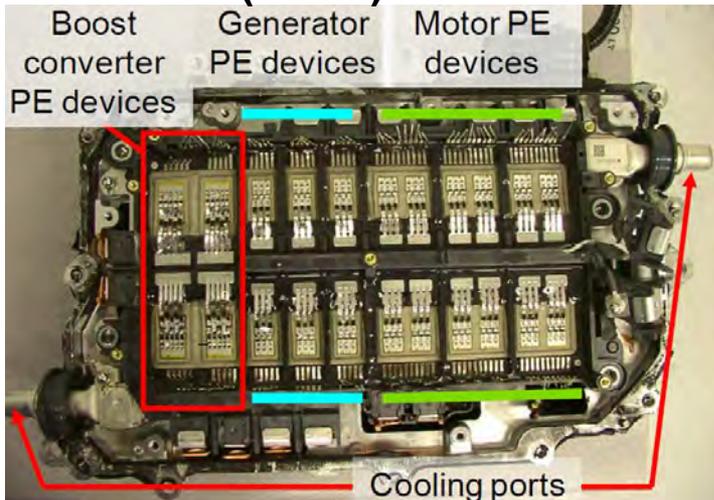
201.6 V Battery

ニッケル水素

インバータの制御&ドライバ基板



PE(IGBT)モジュール

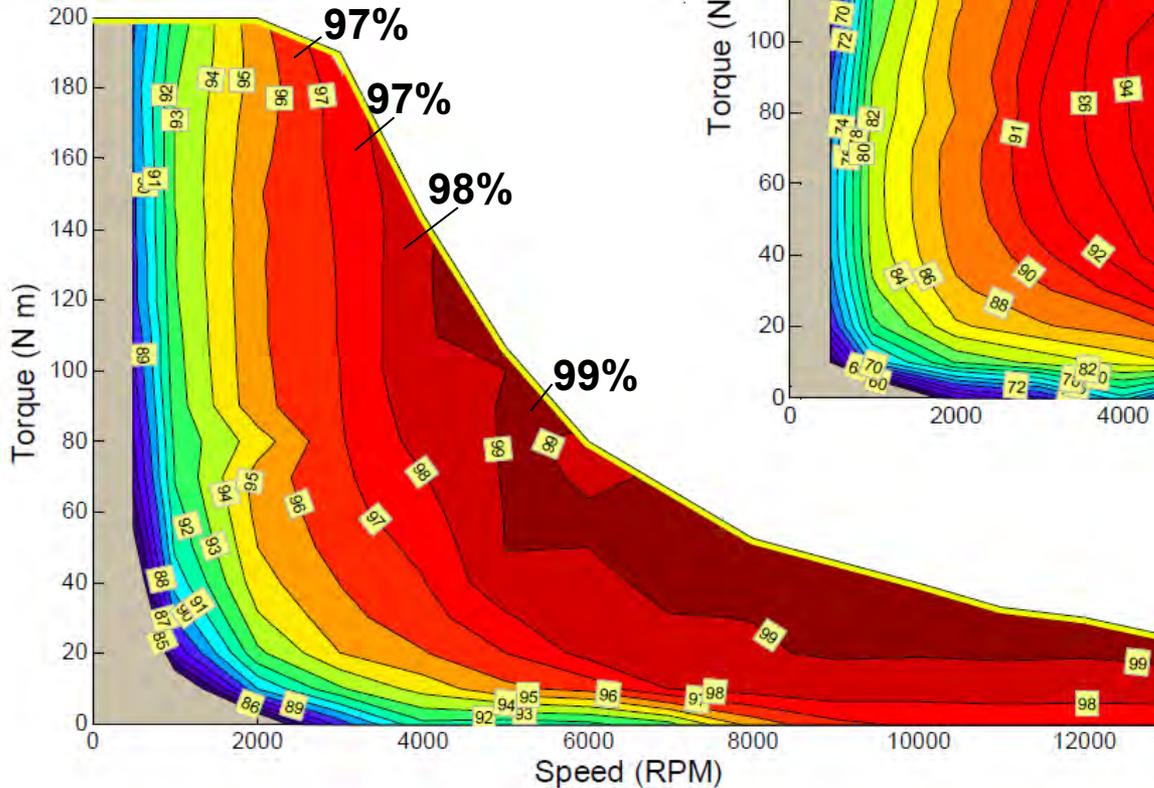


プリウスのインバータ効率と「モータ+インバータ」総合効率

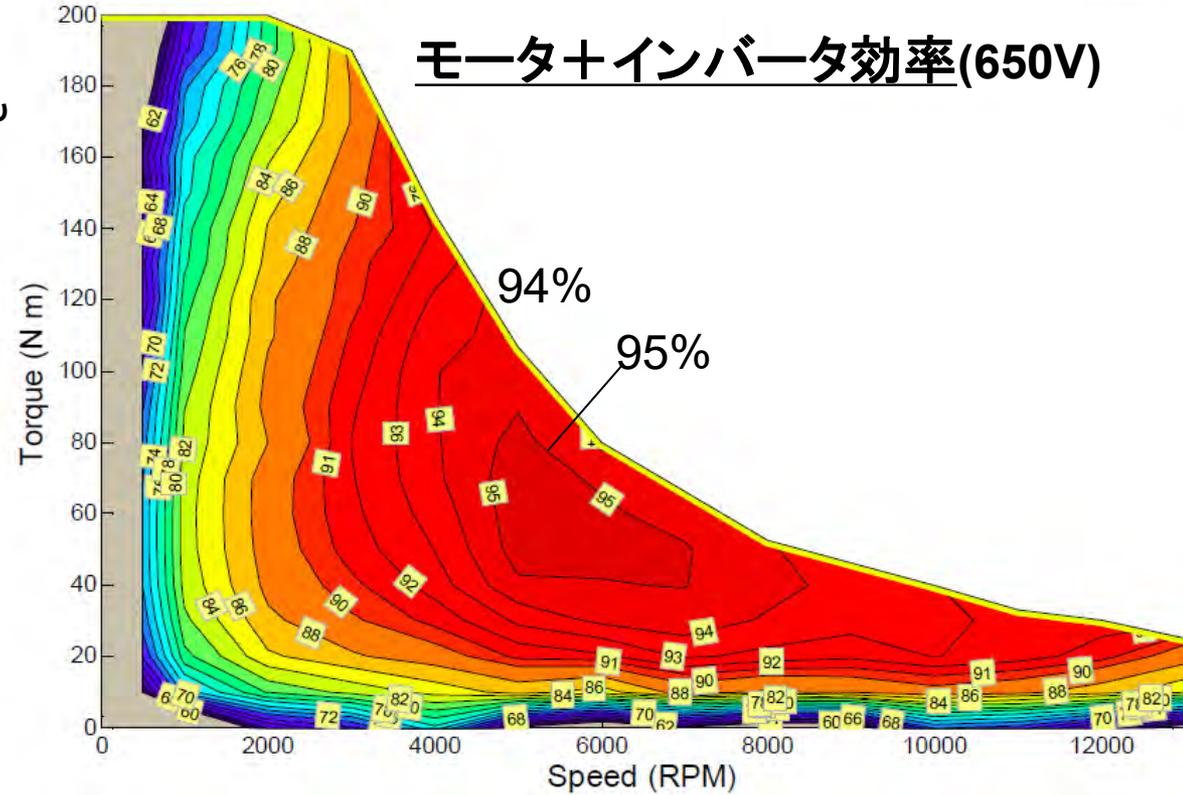
驚異的な効率

インバータ効率は**最大99%以上**
モータ+インバータ総合効率でも
最大95%を得ている

インバータ効率(650V)



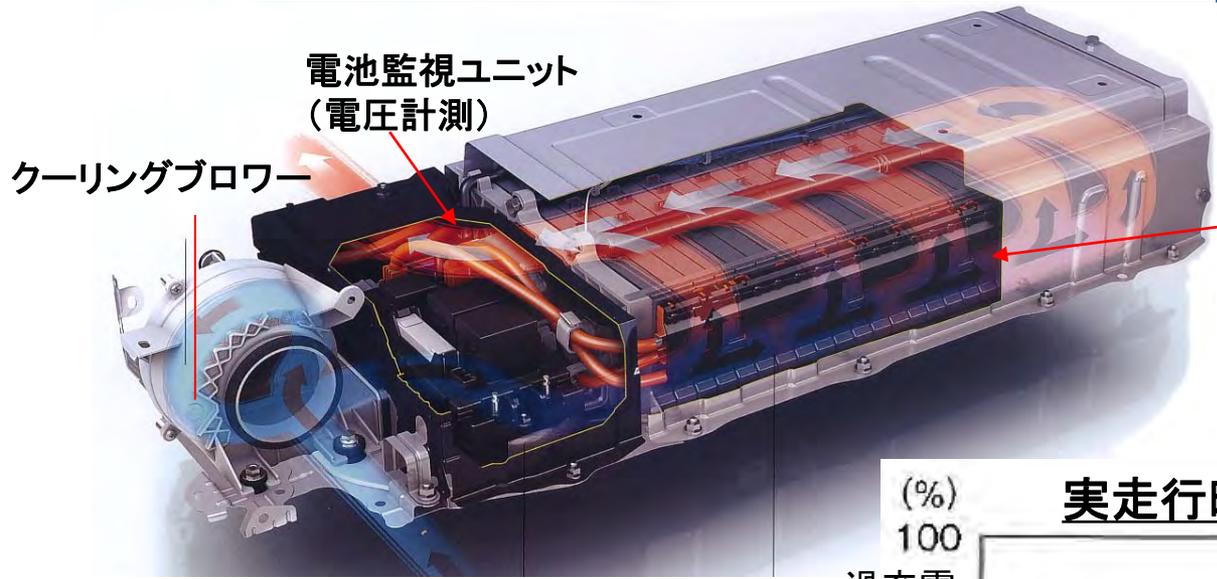
モータ+インバータ効率(650V)



今後はSiC化などでインバータ周波数upして小型化へ

プリウスのバッテリー: ニッケル水素

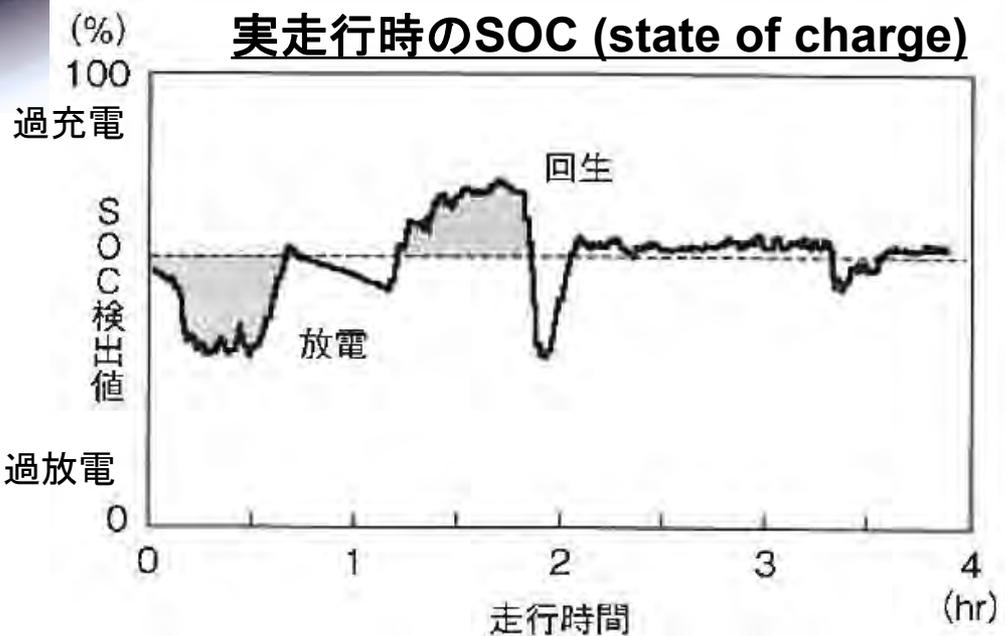
第4世代プリウスは、モデルによりリチウムイオン型とニッケル水素型を使い分けている



- HVバッテリーモジュール
 - ・ニッケル水素バッテリー
 - ・168個のセル(1.2Vセル)
 - ・DC201.6V

電池モジュール上に3個、電池モジュールとブローワーの間に1個計4個の温度センサを配置。温度センサ情報にて電池冷却を制御。

電流センサに流れた電流に比例した電力にて電池のSOC(充放電状態)を検知する。



電池の性能劣化を抑え長期信頼性確保するため極めて狭いSOC範囲で使用(過放電、過充電しない)

プリウスのバッテリー技術進化

歴代Priusにおける

バッテリーパックの技術進化

(役割) 回生エネルギーの貯蔵/動力エネルギーの発生

温度管理や接触抵抗低減などの実装技術も重要

狙い・目的・背景

環境問題、エネルギー問題に向け、HVの普及を目指す

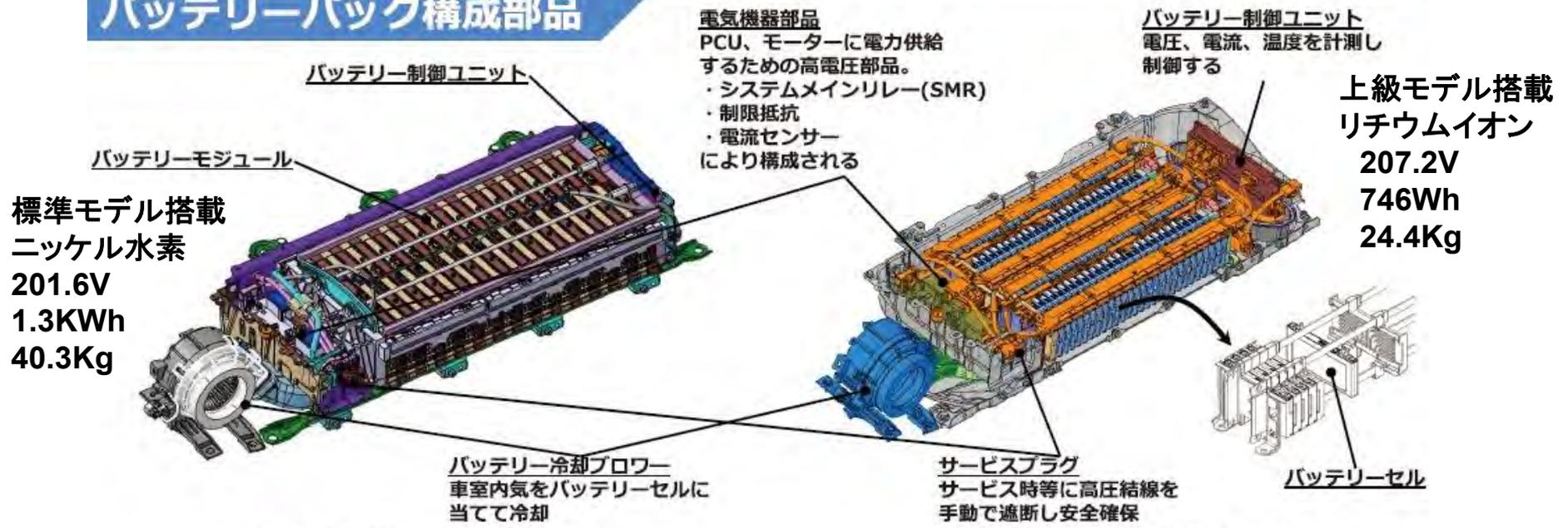
- お客様に **低燃費車** を、**お求めやすい価格** で提供
- 幅広い車種への **搭載性拡大**

技術開発の3本柱

- 小型化
- 軽量化
- 高入出力化

- ・ 自動車用電気電子部品で培ってきた技術と、バッテリーの高出力化で自動車用バッテリーパック技術を進化
- ・ 小型化（スペース有効活用）、軽量化、電極材料や制御の改良によるバッテリー性能の向上

バッテリーパック構成部品



標準モデル搭載
ニッケル水素
201.6V
1.3KWh
40.3Kg

上級モデル搭載
リチウムイオン
207.2V
746Wh
24.4Kg

<4th バッテリーパック (Ni) >

<4th バッテリーパック (Li) >

タクシーもハイブリッドカー: Japan Taxi

1.5ℓ LPGエンジン+ハイブリッドシステム



カタログ燃費:19.4km/L(実燃費15km/L)
従来のLPGタクシーだと実燃費5km/L程度
のため、Japan Taxiは3倍低燃費

システム	最高出力: 73kW (100PS) *1	
エンジン	総排気量: 1,496L 最高出力 [NET]: 54kW (74PS) /4,800r.p.m. 最大トルク [NET]: 111N・m (11.3kgf・m) /2,800~4,400r.p.m.	
モーター	最高出力: 45kW (61PS) 最大トルク: 169N・m (17.2kgf・m)	モータ出力は プリウス(60kW)より小さい

タクシーに最適化したシステムを新開発。

LPG-ハイブリッドシステム



1NZ-FXPエンジン
低燃費と動力性能を高次元で両立した新開発1.5L LPG-ハイブリッド専用エンジンを採用しています。

ハイブリッドトランスアクスル
1.5Lのエンジンと車両重量に最適なギヤ比を設定することで、低燃費と走りを両立しています。



LPGタンク
新開発の高効率ブラシレスポンプを採用。ハイブリッド化によりコンフォート同等の航続距離を維持しつつ小型軽量化を実現しています。

燃料クーラー
クラウンセダン/クラウンコンフォート/コンフォートの1/3サイズに小型化し、省スペース化を実現しています。

ハイブリッドバッテリー
薄型化したニッケル水素バッテリーをフロアカーペット下に搭載。低床・フラットフロアを実現しています。

補機バッテリー

価格: 約330万円

バッテリーはニッケル水素

Vipカー「センチュリー」もハイブリッドカー

Toyota

2018.6発売
1960万円

トヨタはあらゆる車種に同一のハイブリッドシステムTHSを採用

V8 5Lエンジン280kW(381PS)+165kW(224PS)モータ

燃費: 13.6km/L

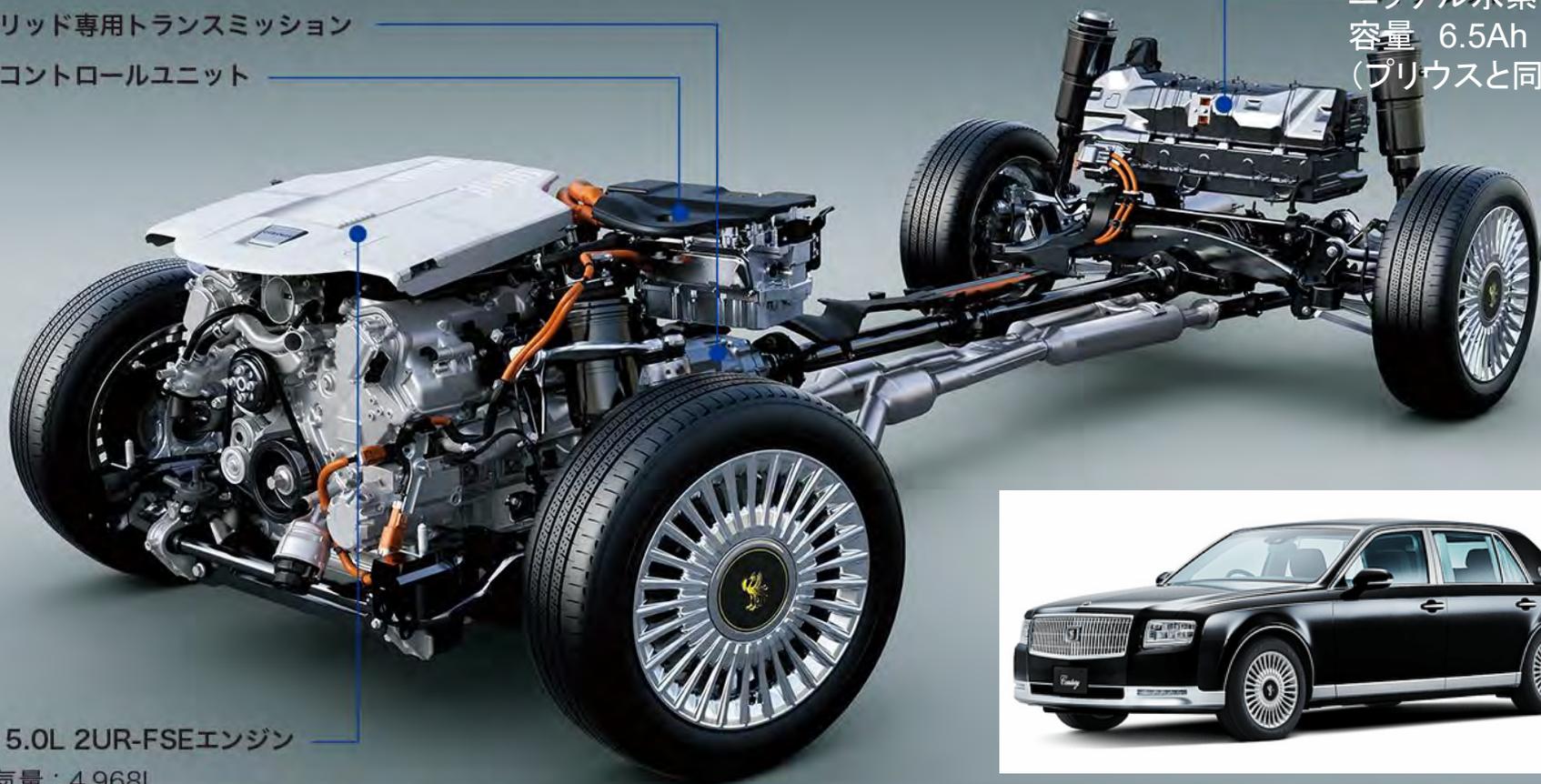
ハイブリッドシステムイメージ

レクサスLS600hをベースに改良

ハイブリッド専用トランスミッション

パワーコントロールユニット

ニッケル水素電池
容量 6.5Ah
(プリウスと同容量)



V8・5.0L 2UR-FSEエンジン

総排気量: 4.968L

最高出力(ネット): 280kW(381PS)/6,200r.p.m.

最大トルク(ネット): 510N・m(52.0kgf・m)/4,000r.p.m.



システム最高出力*1: **317kW(431PS)**

プリウス・プラグインハイブリッド(PHV)

2017年2月

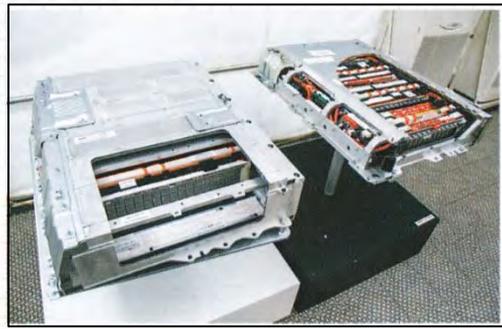
326~422万円

- ・8.8kWhの大容量バッテリー搭載(EVで40km)
- ・デュアルモータードライブ
MG1とMG2の出力加算

電費: 4.5km/kWh

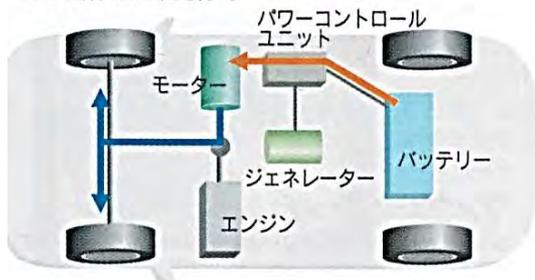
3つの充電システム

AC100/200Vと
CHAdeMO高速充電

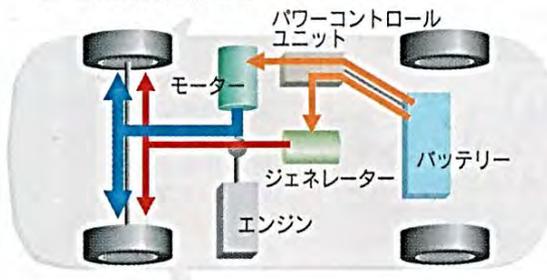


リチウムイオンバッテリー
総電力: 8.8kWh
電圧: 351.5V
セル个数: 95個

EV 走行の通常走行時



EV 走行の最大出力時



電力
 モーターのトルク
 ジェネレーターのトルク

デュアルモーター ドライブ

通常のEV走行ではモーター(MG2)のみで駆動するが、大出力が求められる時にはジェネレーター(MG1)もモーターとして稼働する。

40km/L 驚異の低燃費: ヤリスハイブリッド

WLTCモードで35.8km/Lだが、郊外の一般道での実燃費は40km/L(ベストカー誌)

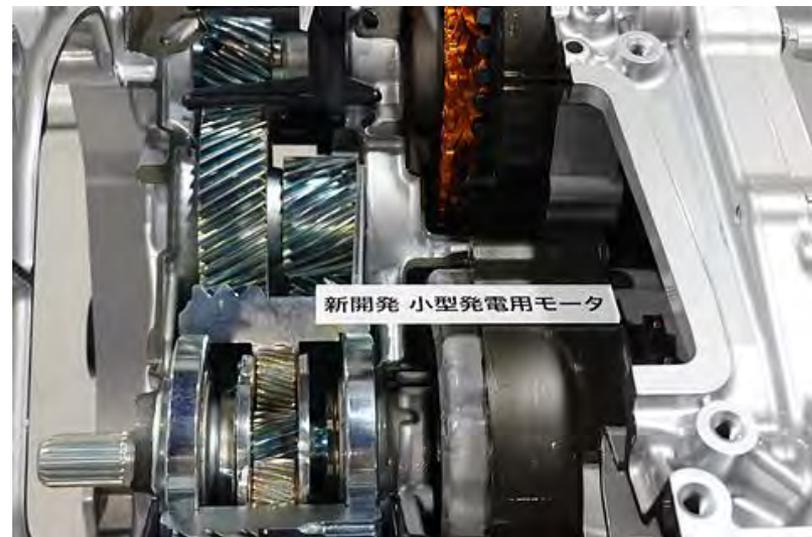
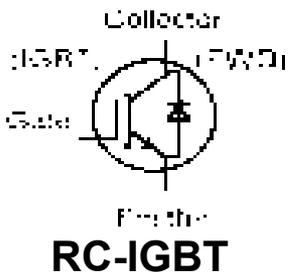
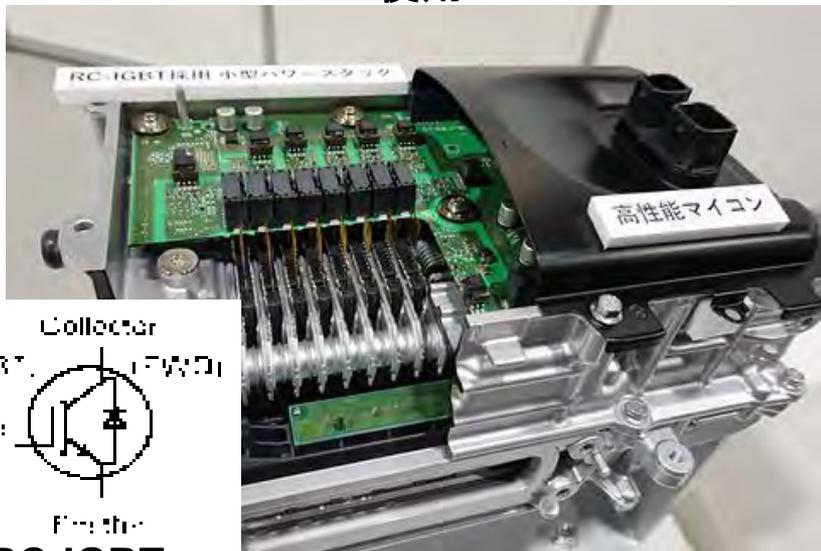
WLTCモード準拠BC恒例燃費テストコース実走行結果

区間	ヤリスハイブリッド	フィットクロスハイブリッド
第一区間 市街地モード 三鷹市~練馬IC (26.1km)	32.3km/ℓ	25.5km/ℓ
第二区間 高速モード 練馬IC→鶴ヶ島IC (30.2km)	26.8km/ℓ	22.1km/ℓ
第三区間 郊外モード 鶴ヶ島IC→熊谷運動公園 (27.1km)	40.0km/ℓ	28.6km/ℓ
総合燃費 (83.4km)	31.9km/ℓ	24.5km/ℓ
WLTCモード燃費	35.8km/ℓ	27.2km/ℓ
WLTC達成率	89.1%	90.1%

ベストカー誌



PCU:RC-IGBT使用

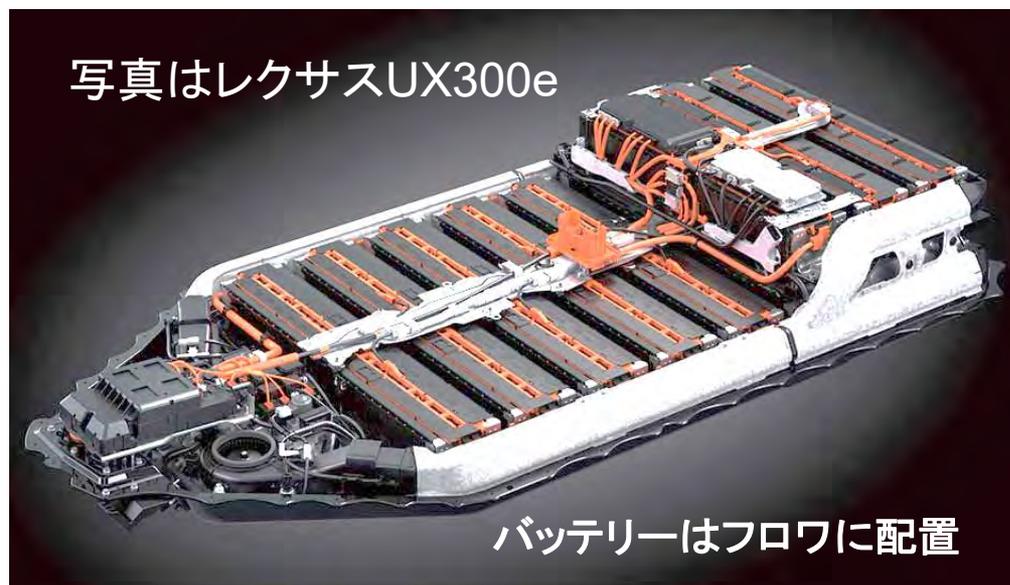


リチウムイオンバッテリー54.3kWh
前輪を駆動するモーターは最高出力204ps、
最大トルク30.6kgmを発揮
UX300eでの航続距離は300~400km

■トヨタLQ主要諸元

電費: 6.4km/kWh

- ・サイズ: 4530mm × 1840mm × 1480mm
- ・ホイールベース: 2700mm
- ・車両重量: 1680kg
- ・モーター出力: 204ps
- ・バッテリー: リチウムイオン
- ・バッテリー容量: 54.3kWh



燃料電池車ミライ:トヨタ

2014年12月発売

- ・航続距離は650km(JC08モード)
- ・水素充填は3分程度(水素価格10円/km)
- ・価格723万6000円(実購入価格約500万円)
(2008年時、コスト1億円)
燃料電池コストを2008年の1/20以下へ
- ・燃料電池以外にも高圧水素タンク
など地道なコストダウン積み重ね
- ・2014年12月発売
- ・2014年度700台販売予定



車重 1850kg



第2世代燃料電池車ミライ:トヨタ

2020年12月
発売見込み

現行ミライは、2014年12月に発売して以来、世界中でおよそ1万台を販売

第2世代ミライは、現行モデルよりもひと回り大きく、質感はクラウン以上

初代ミライ650kmに対して、第2世代型では航続距離が30%伸び**850km**

FCスタックやFCシステムを全て一新。白金使用量半減、製造時間大幅短縮しコストダウン

・FCスタック: 体積出力密度4.4kW/L / 最高出力: 128kW (174ps)

・高圧水素タンク: 本数3本 / 公称使用圧力70MPa / タンク貯蔵性能6.0wt %、充填時間5分以内

モーター: 最高出力134kW (182ps) / 最大トルク300Nm (30.6kgm)



価格予想
700万前半～(さらに補助金)

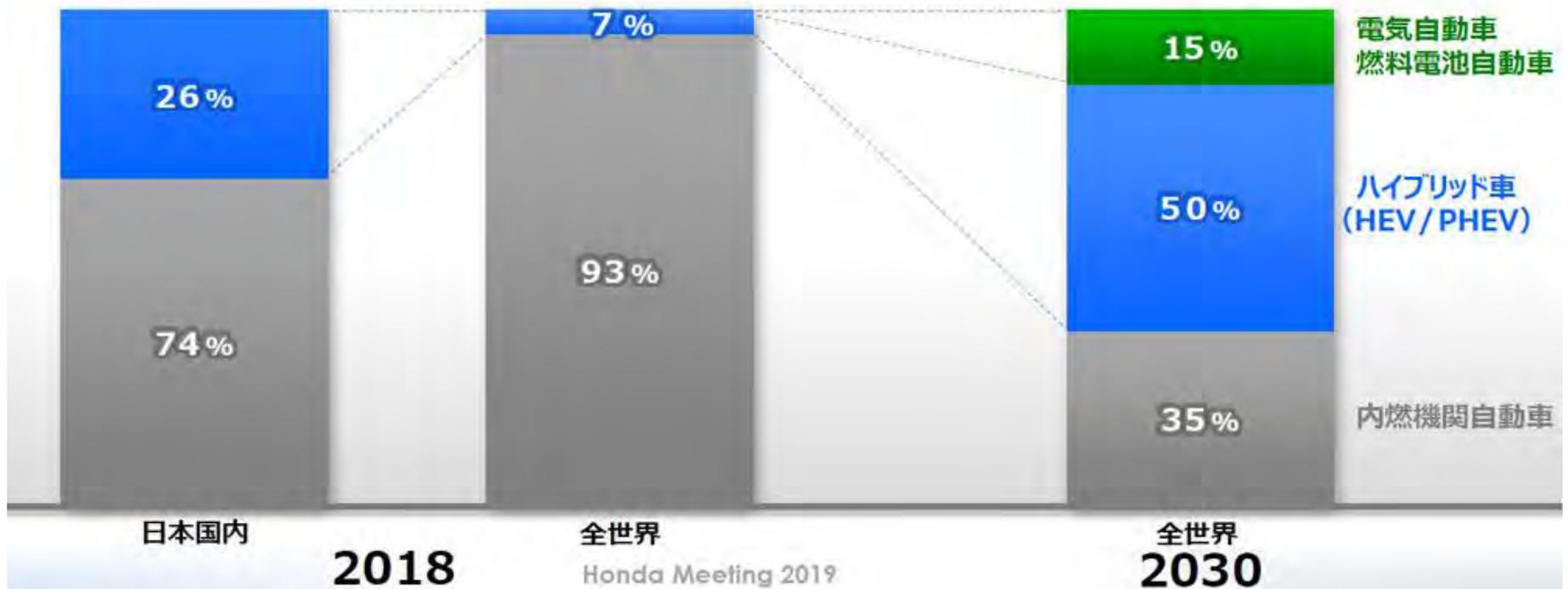


ホンダのエコカー戦略：主力はHVとPHV

ホンダは以前から、2030年に販売台数の2/3を電動車両にする、という電動化比率の目標を掲げる。
内訳は、15%がEVとFCV、50%がPHVとHV

2030年 電動化比率 3分の2に向けて推進

- ・電気自動車 (BEV) と燃料電池車 (FCV) の比率 : **15%**
- ・HEV/PHEVを主体 : **50%**

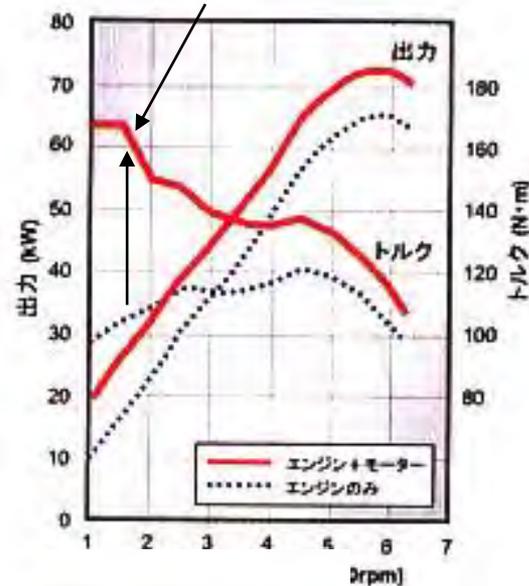


ホンダフィットハイブリッド: IMAシステム

- ・ホンダのハイブリッドシステム IMA (Integrated Motor Assist) は、平行方式のマイルドハイブリッド。トヨタに比べ、ハイブリッド化のコストは低い。
- ・エンジンが主体でモーターは発進、加速のパワーアシスト。
モーター出力は10kWと低め
- ・燃費向上のため、エンジンはバルブ休止機能を有する



IMAにてエンジン低回転時、トルクが大幅向上



IMAハイブリッドシステム作動イメージ



ホンダのハイブリッドシステム

ホンダは車種により、異なるハイブリッドシステムを搭載

2019年
2モーターに集中
する戦略へ変更

1モーター

フィット ハイブリッド

SPORT HYBRID i-DCD

エンジンを切り離してのEV走行が可能に

intelligent Dual-Clutch Drive



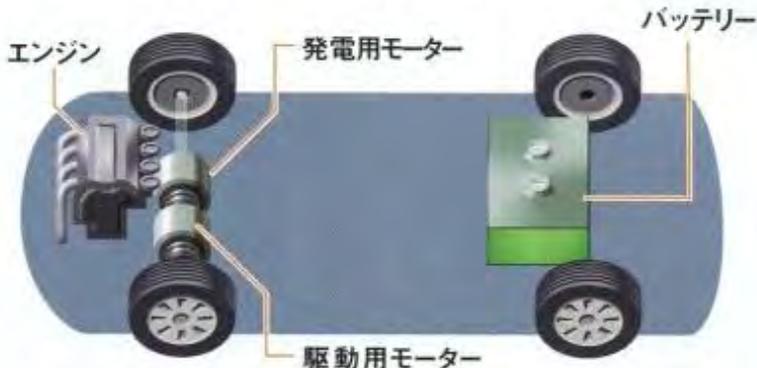
2モーター

アコード ハイブリッド

SPORT HYBRID i-MMD

世界最高峰の高効率システム

intelligent Multi-Mode Drive



3モーター

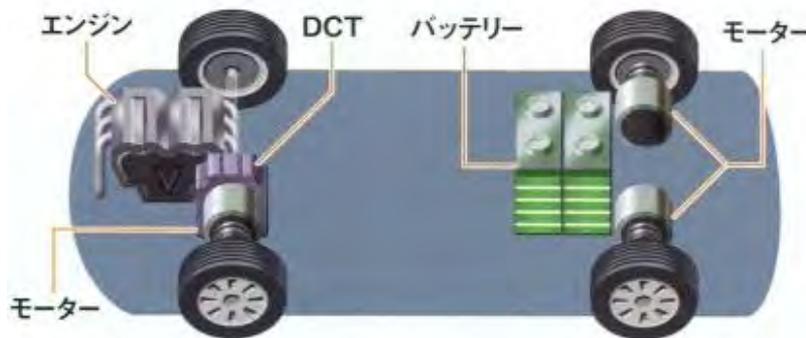
2014年 発売予定

次期 NSXなど

SPORT HYBRID SH-AWD

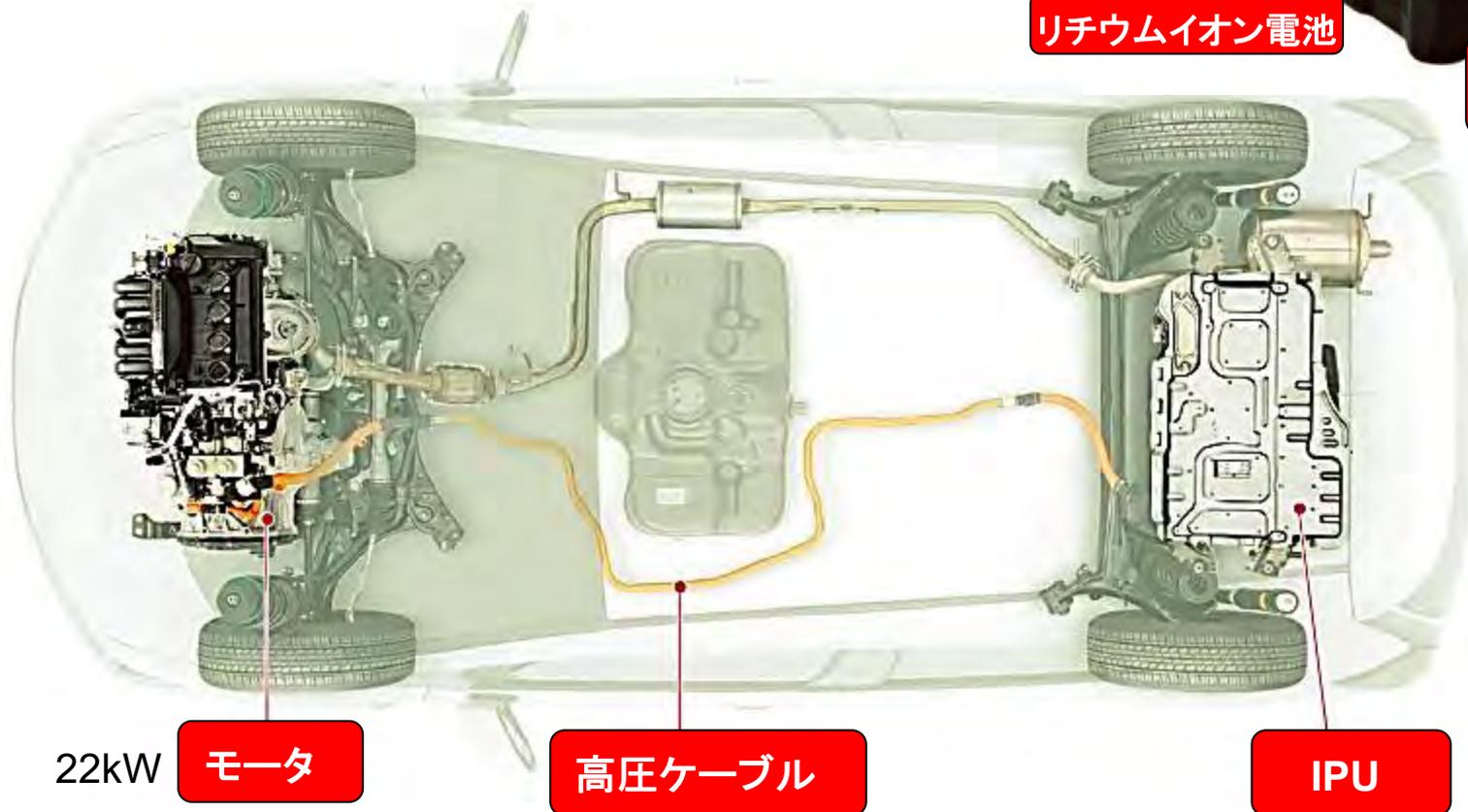
“曲がる”ためにモーターを積極利用

Super Handling All-Wheel Drive



フィットハイブリッドのレイアウト

- ・ホンダHVは荷室下部にリチウムイオン電池を含む IPU(インテリジェントパワーユニット)を搭載。
- ・IPU内にインバータが配置されている。
- ・トヨタのプリウスはエンジンルーム内にPCUを配置
- ・トヨタPCUは水冷だが、ホンダIPUは荷室内のため空冷で済みコスト低減可能



22kW

モータ

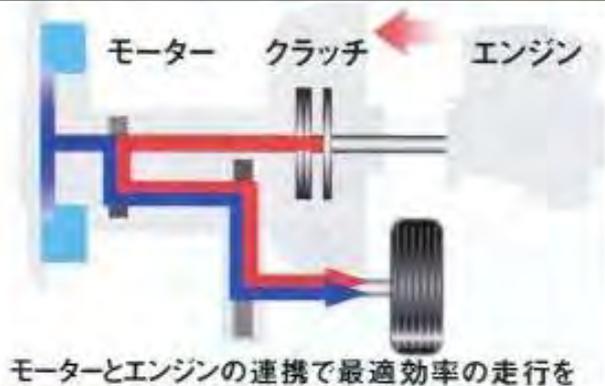
高圧ケーブル

IPU

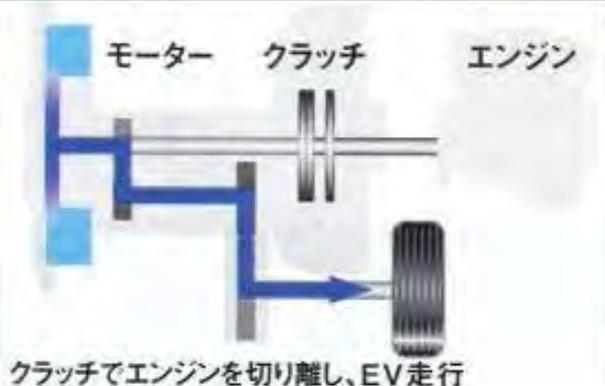
フィットハイブリッド

2013年9月

エンジンアシスト走行時



EV走行時



フィットハイブリッド

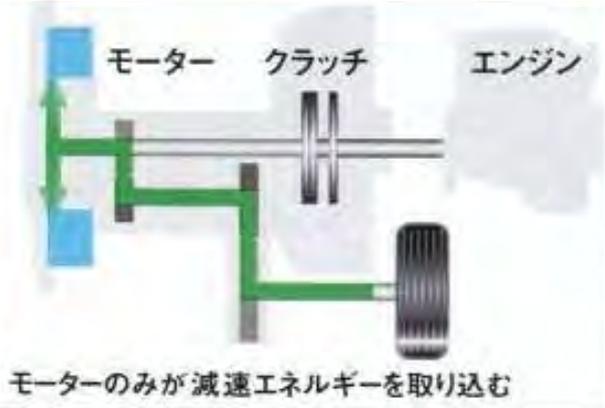
燃費は36.4km/L

DCT(デュアルクラッチ
トランスミッション)内に

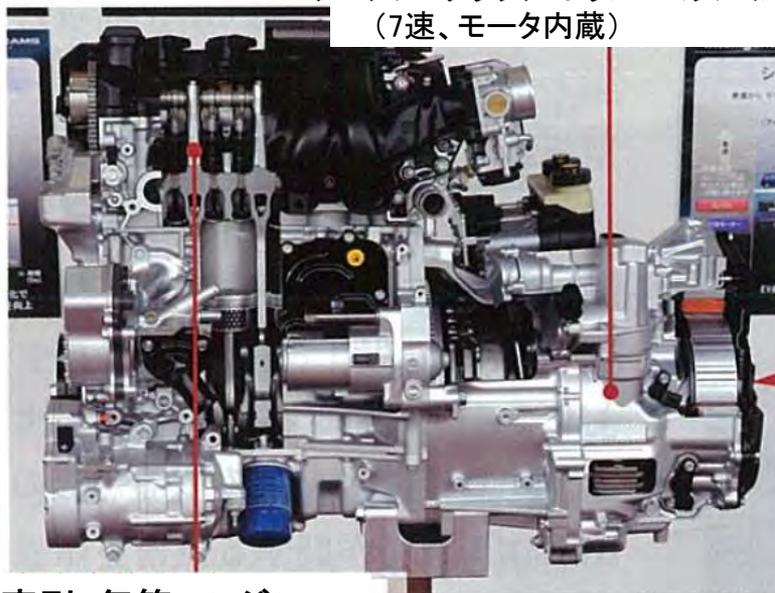
22kWのモーター組み込み

バッテリーはリチウムイオン

減速回生時



デュアル・クラッチ・トランスミッション
(7速、モータ内蔵)



直列4気筒エンジン
(1.5L アトキンソン・サイクル)

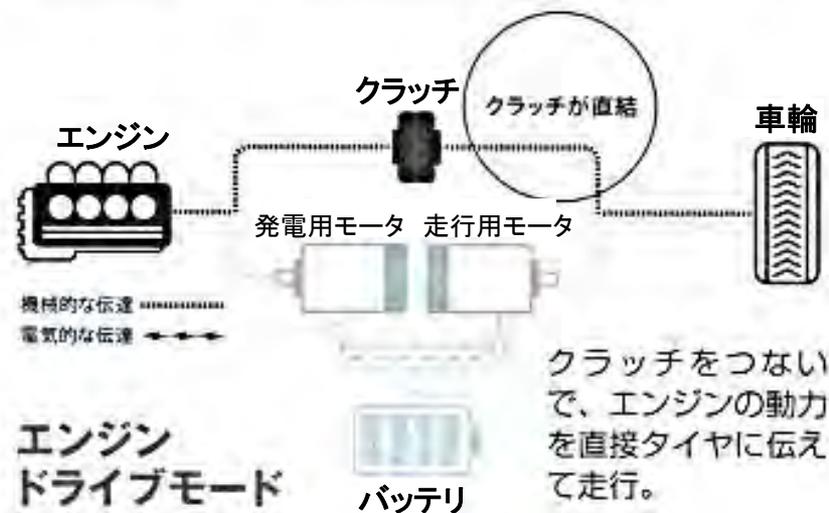
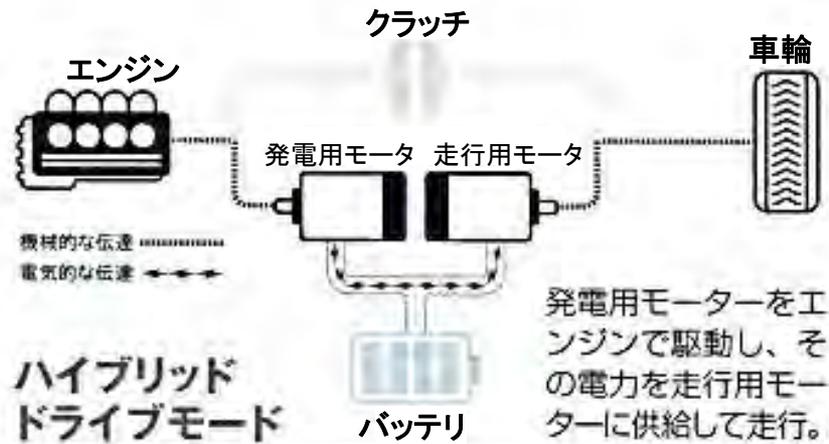
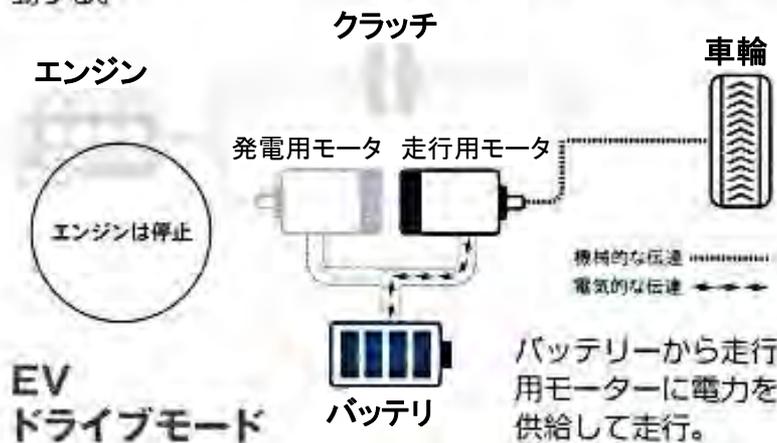


モータ

モータとエンジン間のクラッチ
ON/OFFは振動問題などで
制御が難しい。
トヨタは遊星ギアで対応した

3つの走行モード

バッテリー残量が豊富なときは、その電力を使ってEV走行するので燃料消費はゼロ。力強い加速が必要なときなどは、エンジンが始動して発電用モーターを回し、バッテリーに充電する。エンジンの高効率領域を使える高速クルージング時は、クラッチを締結しエンジンがタイヤを直接駆動する。

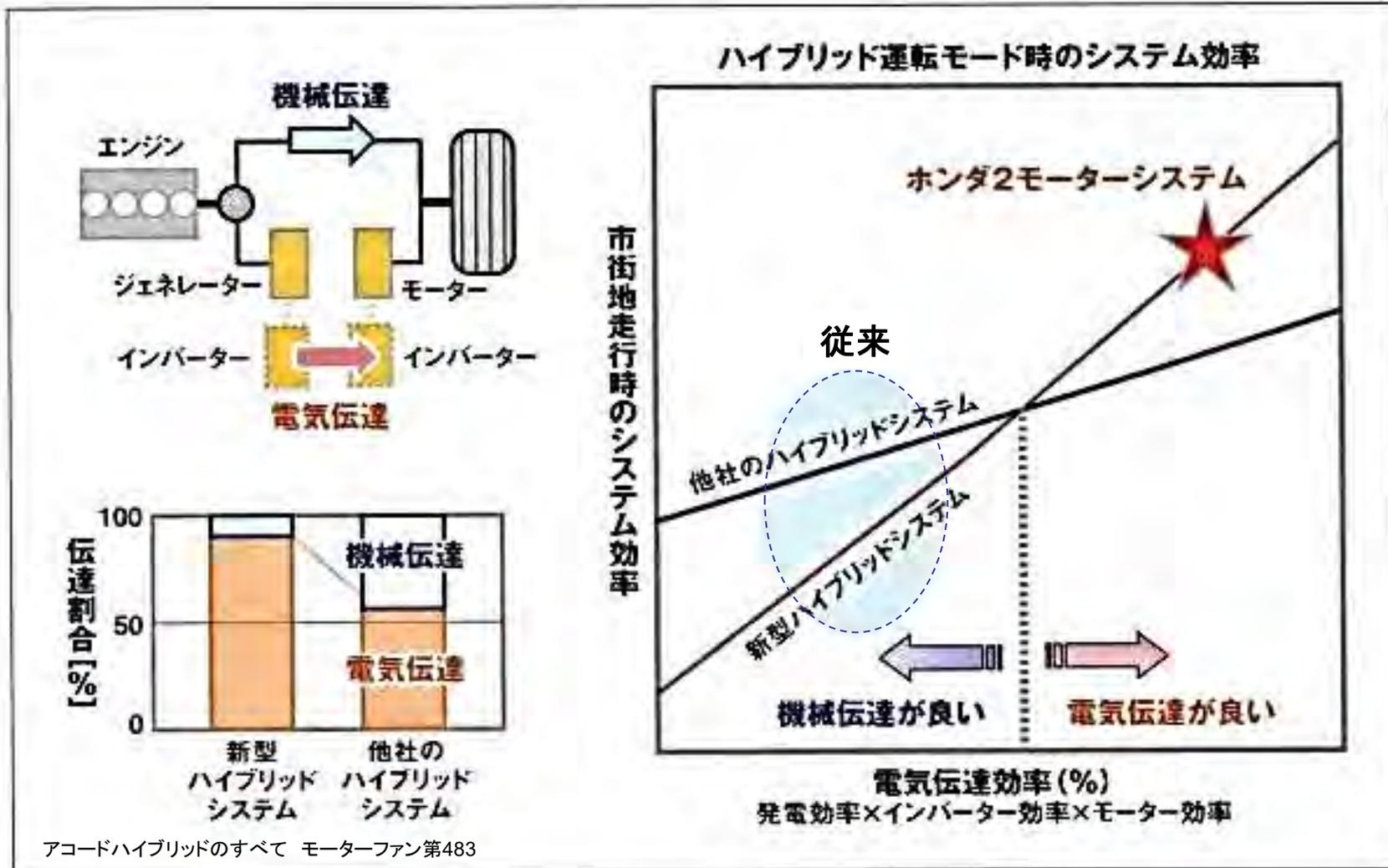


基本はシリーズハイブリッドだが、EV走行、エンジン走行、シリーズ/パラレルハイブリッド走行に、走行状態で自動的に切り替わる

エンジン直結モードは70km/h以上で選択される

アコードハイブリッド: 基本はシリーズハイブリッド

1990年頃は、発電/モーターの効率が80%程度でシリーズハイブリッドのメリットが無かった。
 このためトヨタは98%効率の遊星ギアを用いる動力分割システムでTHSシステムを考案。
 HV第2世代、ホンダはモーターや電気系の効率向上でシリーズハイブリッドで高効率HVを実現



ホンダ・クラリティPHV

今までのPHVのレベルを超えた17kWhの大型電池を搭載
EV走行可能距離は、114.6km(プリウスPHVは68.2km)
さらにEV走行可能速度160km/h(プリウスPHV135km/h)
技術的には最先端技術のてんこ盛りで完成度も高い。

問題は価格で、国内販売価格588万円に対して、
アメリカでは3万3400~3万6600ドル(約370~406万円)
日本での価格が200万近く高価。
(プリウスPHVは326~422万円)



日米価格差原因
アメリカ(カリフォルニア州)の環境規制で、ある台数のPHVかEV販売必要のための戦略的価格設定らしい

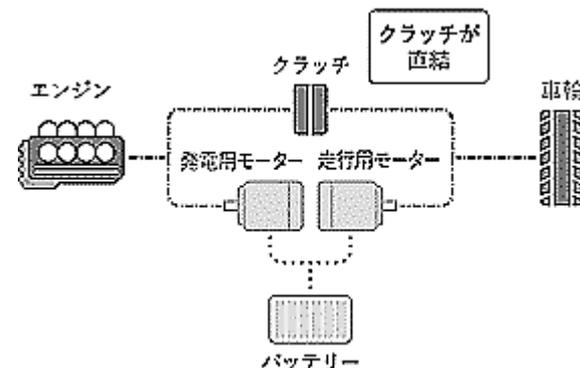
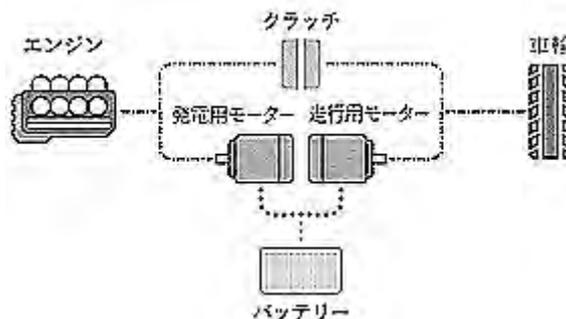
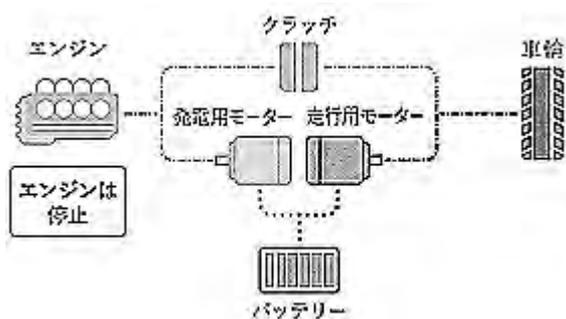
クラリティPHEVのドライブモード

これら制御は極めて難しい

EVドライブモード

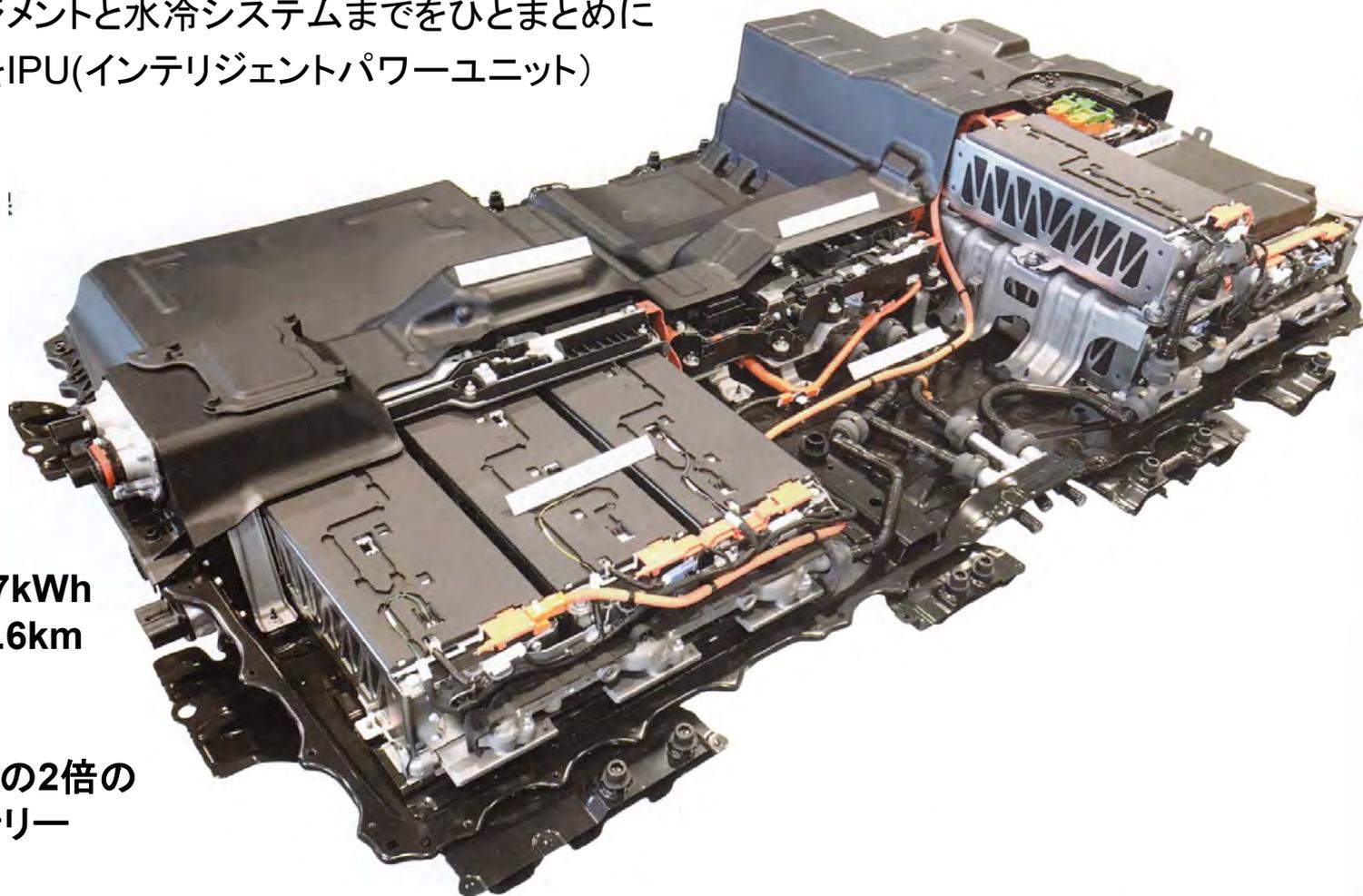
HVドライブモード

エンジンドライブモード



ホンダ・クラリティPHV

セル容量27.3Ahの168個リチウムイオンセルで総電圧310.8V、17kWhの総電力確保
 パナソニック製の角型セル(VDA2)を12個(2並列X6直列構成)をひとつのモジュールとし
 さらに14個連結して総電圧310.8V
 バッテリーマネジメントと水冷システムまでをひとまとめに
 したパッケージをIPU(インテリジェントパワーユニット)
 と呼ぶ



EV走行

バッテリー容量: 17kWh

EPA航続距離: 75.6km

電費: 4.4m/kWh

プリウスPHVの2倍の
大容量バッテリー

Hondaの電気自動車: Honda-e

2020年10月発売

Honda—eが目指したものは、小さいボディで都市部で使いやすく、そして環境にも優しい”街なかベスト”なEV。特に環境を前面に打ち出していない。レトロなデザインは人気

Honda eの価格は標準が451万円、上級のアドバンスが495万円という価格設定で登場。

年間1000台が販売目標。今年度分は完売らしい。

バッテリー確保できず増産できないらしい。

- ・電気モーターの最高出力は154ps(113kW)

- ・最大トルクは32.1kgm(315Nm)

- ・バッテリー容量は35kWh

電費: 8km/kWh

- ・航続距離は欧州のWLTCモード222km、

日本のWLTCモードが283km、JC08モード308km



車重: 1510kg

バッテリー(35kWh)

Honda-e プラットフォーム(新規開発)



3.7Vx192個 総電圧355.2V

Honda-e

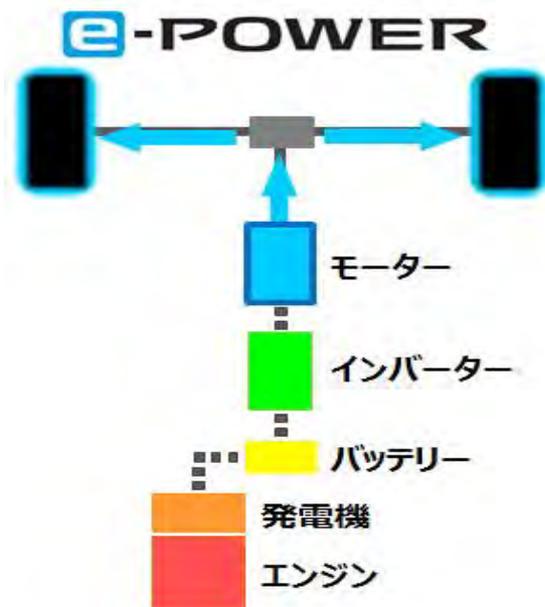
外観はレトロだが最新機能フル搭載

5ディスプレイインパネ

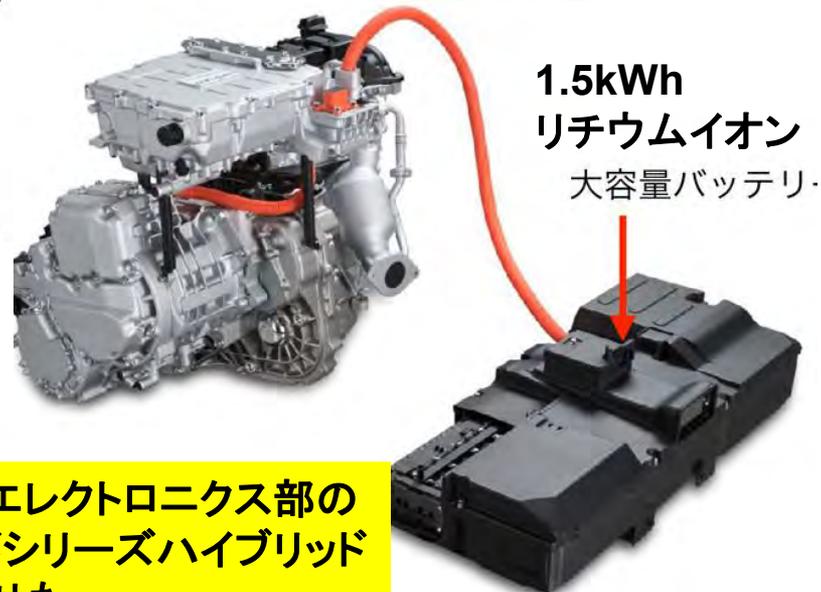
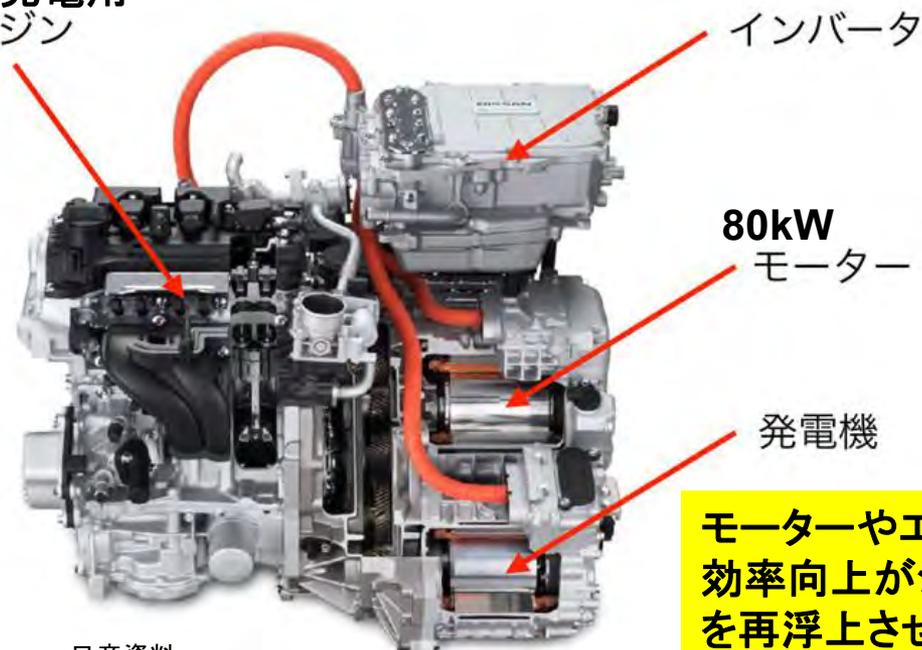


e-POWER最大の特徴は、低速から高いトルクを生み出す、モータならではの力強い走り。発進加速はV6エンジン相当

- ・1.2Lエンジンは発電機としてのみ動作
 エンジンは効率の良い2200~2500rpm領域で使用
- ・駆動は80kWのモータ(リーフ使用モータ)
- ・バッテリーは1.5kWhのリチウムイオンバッテリー
- ・燃費は37.2km/L
- ・価格は177万円から(ガソリン車に比べて約38万円Up)



1.2L発電用エンジン



モーターやエレクトロニクス部の効率向上がシリーズハイブリッドを再浮上させた

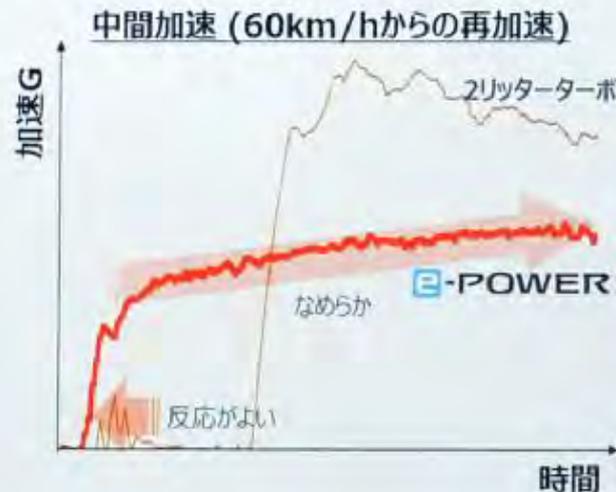
日産ノートe-POWER走りの特徴

- ・モータの駆動力だけで走行するため、エンジン車に比べ発進時の素早い反応や力強い加速を実現
- ・e-POWER車には最高出力80kWの駆動用モーターを搭載し、
「発進加速、中間加速ともに2.0Lターボエンジン車を凌ぐ」
- ・エンジンの始動時間は、「従来型のHEVの約半分」と短く、高い静粛性の確保にもつながる

モーターならではの力強く上質な走り

- 発進加速、中間加速ともに2Lターボを凌ぐ

e-POWER
魅力①



POINT

- 電気自動車開発で培った大出力モーターの高精度制御技術
- ✓ 低回転から高トルクを発揮するモータで100%駆動
- ✓ 10,000分の1秒単位でのトルク制御



電気自動車EV:日産リーフ

2010年12月

- ・2010年12月発売開始。当初2012年にまで20万台販売を目論んだが、2017年までで累計28万台
- ・初代リーフは、24kWhのリチウムイオン2次電池搭載、航続距離200km(JC08モード) **実質は100km以下エアコン使用**
- ・発売当初販売価格は、国内376万4250円。補助金差し引くと298万4250円
- ・新型リーフ(2017年10月)販売価格は315万円まで低下

初代リーフ:

- ・キーパーツ(モータと電池)は自社製
- ・コストの内70%が電気部品
- ・バッテリーコストは当初約200万円といわれたが2014年段階では約70万円
- ・バッテリーは8年16万km保証--しかしバッテリー寿命から下取り価格が大幅ダウン

リーフのバッテリー交換価格:
バッテリー価格¥650,000+
工賃約¥40,000

リーフ下取り価格

2010年型	10万以下
2012年型	約 30万
2013年型	約 50万
2014年型	約 80万
2015年型	約 100万

車種名	リーフ(新型)	リーフ(初代)	Tesla Model3	Chevrolet Bolt
外観				
メーカー	日産自動車	日産自動車	Tesla社	GM社
発売時期	2017年10月	2010年12月	2017年7月	2016年12月
価格	315万360円(日本) 2万9990ドル(米国)	376万4250円(日本) 3万2780ドル(米国)	3万5000ドル(米国)	3万7495ドル(米国)
米国EPA基準の航続距離	150マイル(約241km)	73マイル(約117km)	220マイル(約354km)	238マイル(約383km)
電池容量	40kWh	24kWh	50kWh(推定)	60kWh
モーターの最高出力	110kW	80kW	未公表	150kW

初代リーフの内部構成

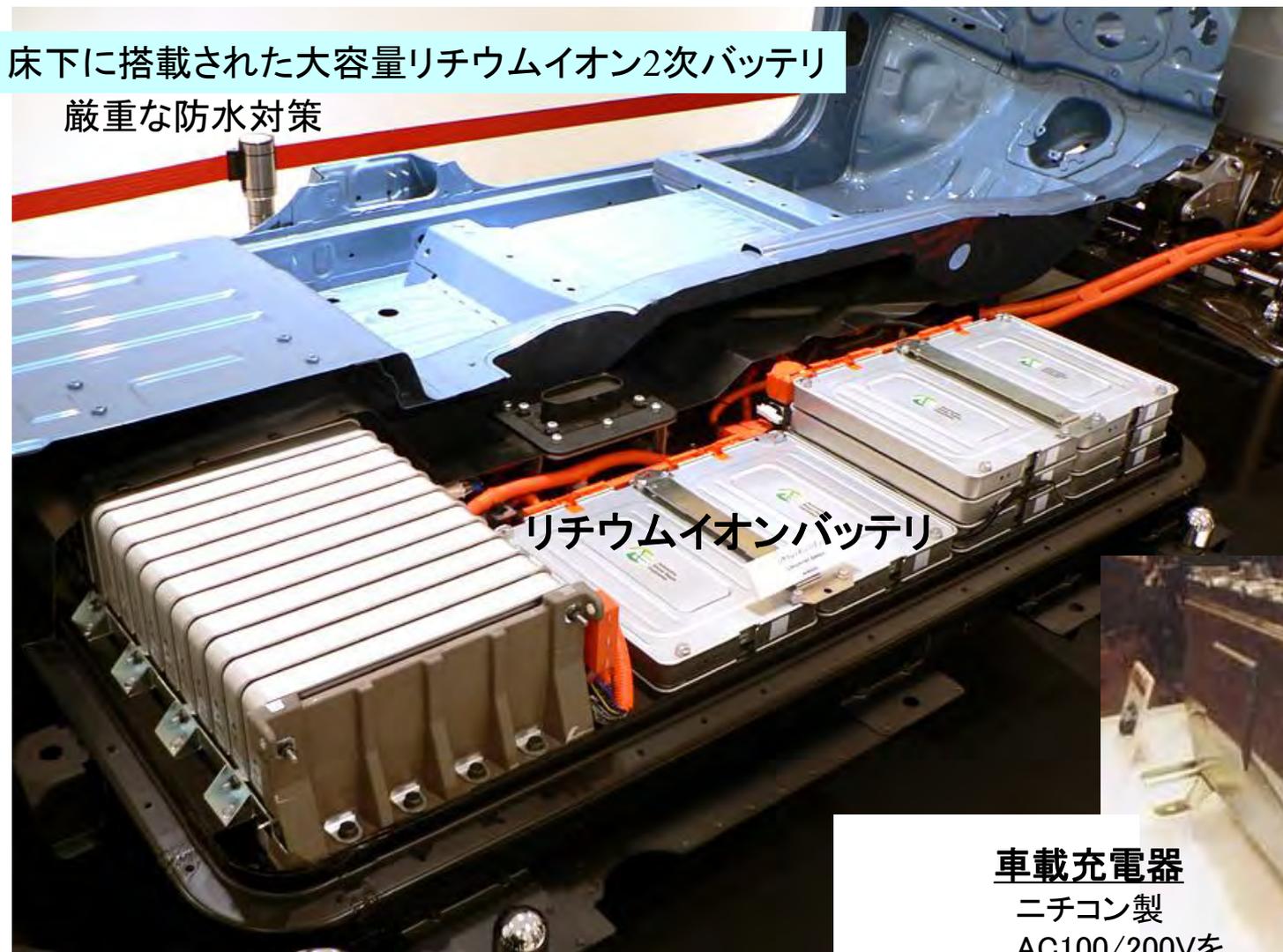
- ・充電ポートは車体前方(普通充電と急速充電ポート)
- ・ロービーム用ヘッドライトはLED(市光製)
- ・電池パック(リチウムイオン)は車体中央床下
- ・モータとインバータはモータルーム(エンジンルーム)内にFF配置
DC-DCおよび充電器、ヒータもモータルーム内
- ・広い車内空間と荷室を確保
- ・車両重量は1520kg



急速充電口 普通充電口

初代ニッサンリーフ: バッテリーと車載充電器

床下に搭載された大容量リチウムイオン2次バッテリー
厳重な防水対策



高圧
ワイヤハーネス

リチウムイオンバッテリー



車載充電器

ニチコン製
AC100/200Vを
DC345Vへ変換
出力3.3kW

リーフはこれまでバッテリー容量を増やして、航続距離を伸ばしてきた

- ・2010年に発売した初代リーフは、電池容量が24kWhの電池パックを積んで200km
- ・2012年の部分改良で228km
- ・2015年の部分改良では電池容量が30kWhの電池パックを採用して280kmまで延長
- ・2017年10月発売の新型リーフは、Liイオン2次電池の電池パックの電池容量を40kWhに増やし、航続距離をJC08モードで400kmまで延ばしている。その後62kWhタイプ追加。

電気自動車(EV)の課題

- ・航続距離(JC08で400km)の拡大
- ・バッテリー容量(リーフで40kWh)の増大
- ・バッテリーコスト(現状100万円)の低減
- ・バッテリー寿命(現状リーフはバッテリー寿命で下取り価格が大幅ダウン)
- ・充電時間(急速充電40分)の短縮と充電ステーション拡大

62kWhタイプ(カタログ)
WLTC航続距離: 458km
電費: 7.4km/kWh



日産次世代EV:アリア

2021年中頃発売予定

日産が培ってきた電気自動車のノウハウと、最新のコネクテッド技術を融合
スタイリッシュで革新的なクロスオーバーEV

65kWhバッテリータイプでは航続距離(2WD:最大450km、4WD:430km)

90kWhバッテリータイプでは、2WDなら最大610km、4WDなら最大580kmの航続距離

駆動方式は、2WD(FF)と、e-4FORCE(eフォース)と呼ばれる2モーターの4WD

充電方式は、普通/急速充電の両方に対応。最大130kWの急速充電、

バッテリーの温度を一定に保つ水冷式の温度調節システムを搭載

30分の急速充電で最大375km分をチャージ

ユーザーの実質購入価格は約500万円から

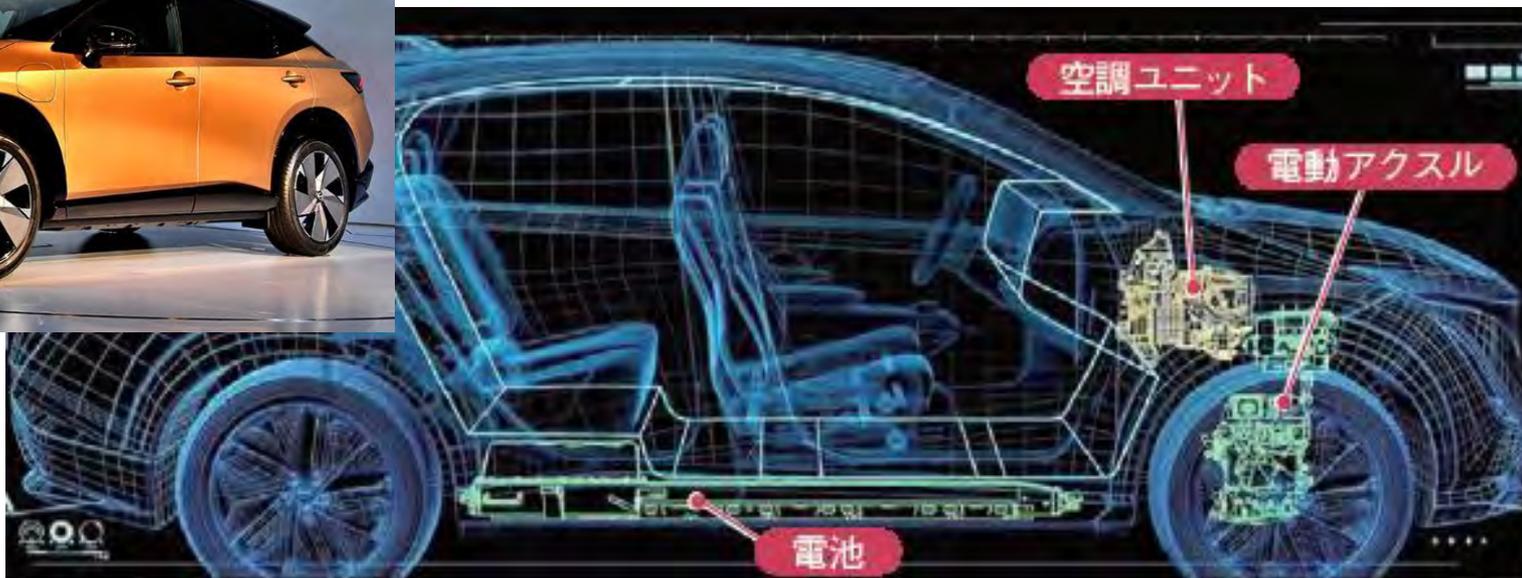
電費:6.9km/kWh

最大出力:160~290kW
加速(0-100km):5.1~7.5秒
重量:1900~2200 kg



ARIYA

プラットフォーム



時価総額でトヨタ超え：注目のテスラ

米株式市場の時価総額でテスラがトヨタを抜いたとのニュース(2020.7.1)

売上は増大しているが利益はない。利益をほとんど設備投資に向けている(Amazonと同じ戦略)

Model3から伸びが顕著。2019年の総生産台数約36万5千台。(トヨタ約900万台)

テスラCEO(イーロンマスク)のCASE時代に向けた戦略性はすさまじい。矢継ぎ早に打ち出す

EVプラットフォーム戦略、バッテリー戦略、中国戦略

ただ急激な施策に現場が追いつかない様子。生産体制、品質体制など



テスラのバッテリー戦略

- ・電池の生産能力を、2022年中に100GWh／年、30年までに3TWh／年に高める
- ・EV用電池パックの単位容量当たりのコスト(ドル／kWh)を56%下げる
- ・コスト削減した電池を使って価格を2万5000ドルに抑えた新型EVを2023年までに発売する
(同社のEVで最も安価な「Model 3」よりも1万ドル以上安い)
- ・EVの生産能力を、30年までに2000万台／年に高める(20年の出荷目標は50万台)

バッテリー価格の 従来予測

2019年: 156^{ドル}/kWh
 2024年: 94^{ドル}/kWh
 2030年: 62^{ドル}/kWh

テスラ目標

2019年: 156^{ドル}/kWh
 2023年: 69^{ドル}/kWh

テスラEV使用リチウムイオンバッテリー



46x80 (mm)

4680
 次期モデル予定
 テスラ製造予定

4680は2170に比べ
 大きさは2倍以上
 エネルギーは5倍
 航続距離は16%増
 パワーは6倍



21x70 (mm)

2170
 Model 3 使用



18x65 (mm)

18650
 Model x使用

18650と2170はパナソニックが供給

テスラはバッテリーの製造方法をイチから考え直し、1kWhあたりの単価を半分にする計画を立案。達成のため以下5本の柱を設定

・バッテリーセルの設計

上端をすべて電極にし大径バッテリー化。最もコストが安く、航続距離が長くなる組み合わせが直径46mm、長さ80mmの**4680型**

・バッテリー工場

画期的な生産工程の変更で工場のサイズと使用電力が10分の1

・負極の素材

新バッテリーにはシリコンを添加。資源として豊富なこと、そして現在負極に使用されているグラファイトよりも9倍リチウムを蓄えられる

・正極の素材

新開発のコーティング剤や添加物を使用し、**コバルトフリー**の正極を開発

・車両への搭載方法

モジュール構造を止めて、セルそのものをシャシーの構造の一部にする

【期待されるメリットまとめ】

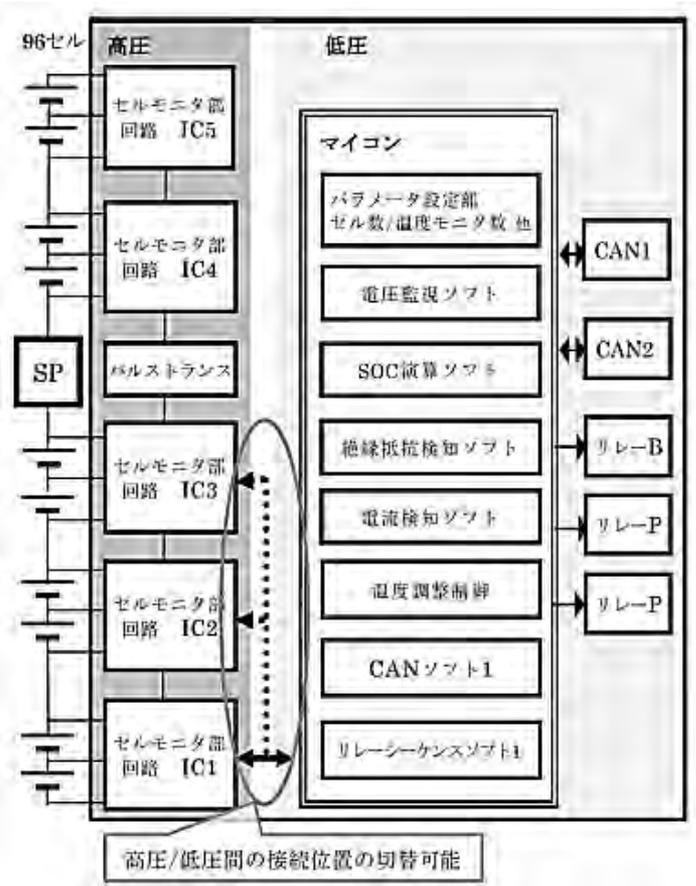
- ・航続距離は最大54%向上
- ・バッテリーのkWh単価56%低下
- ・GWhあたりの投資額69%低下

パナソニックもテスラ要請で
4680開発中との記事

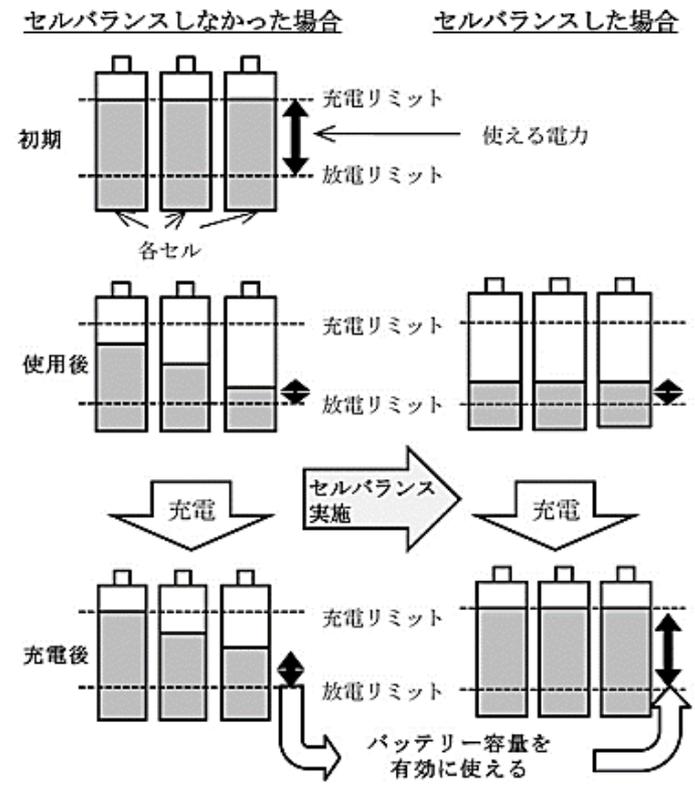
リチウムイオンバッテリーマネジメントシステム(BMS)

リチウムイオン電池は極めて危険な部品なため、バッテリーマネジメントシステムが必須

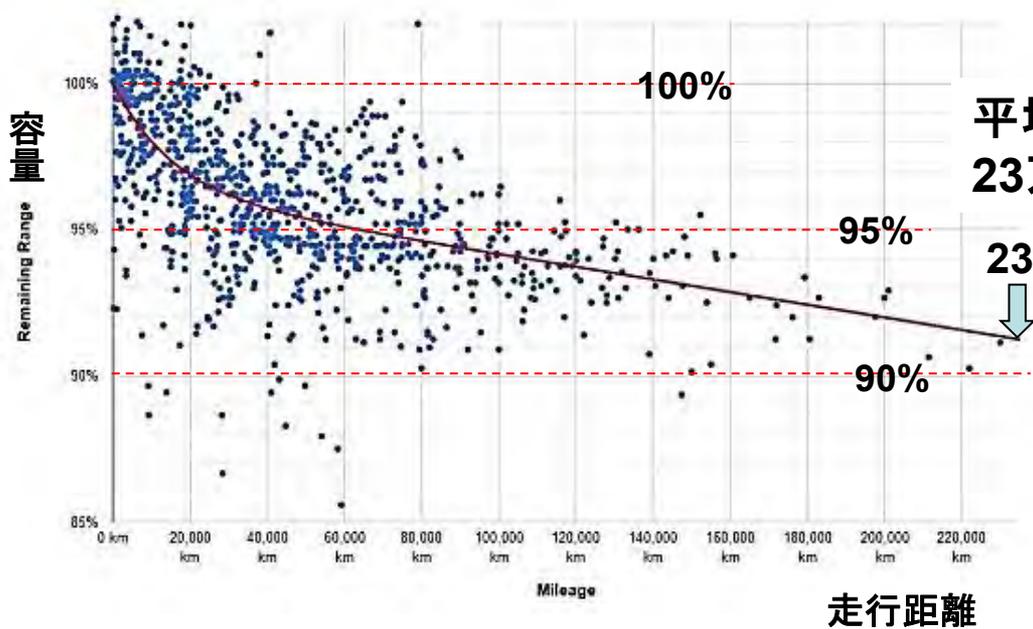
- ・EV/HV/PHVでは数十～数百個のリチウムイオン電池セルが直列接続される
- ・各セルの特性バラツキが大きくなると、システム全体に影響をおよぼし、場合により危険
- ・バッテリーマネジメントシステムには、1個1個の電池セルの電圧を0.01%精度で常時監視、各セルの電池容量をバランスさせるセルバランス機能や、温度測定機能などが含まれている



セルバランス機能



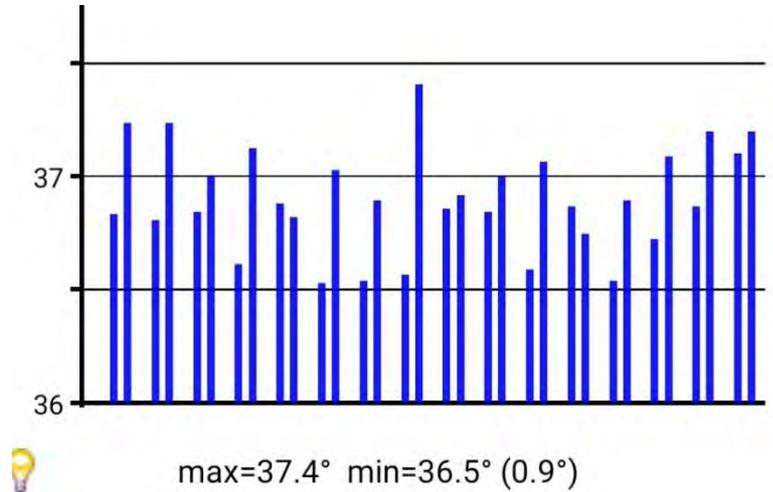
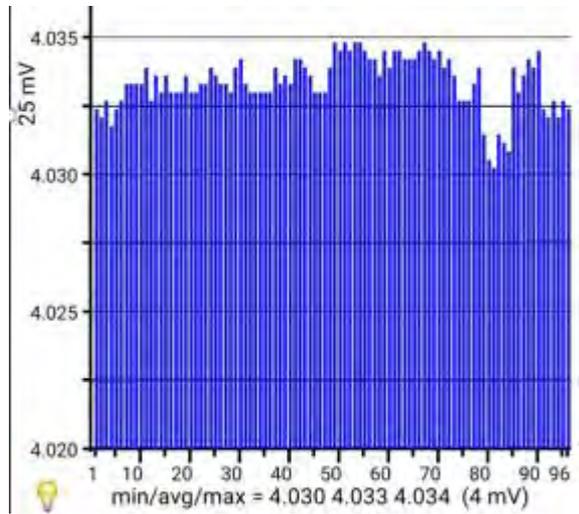
テスラmodel S バッテリーマネジメント



バッテリーは完ぺきな温度管理実施
(ヒータ&クーラ機能)
全てのバッテリー間での温度差が0.9°C

バッテリーセル間の
電圧バラツキは4mV

充電率85.9%
走行距離53,000km



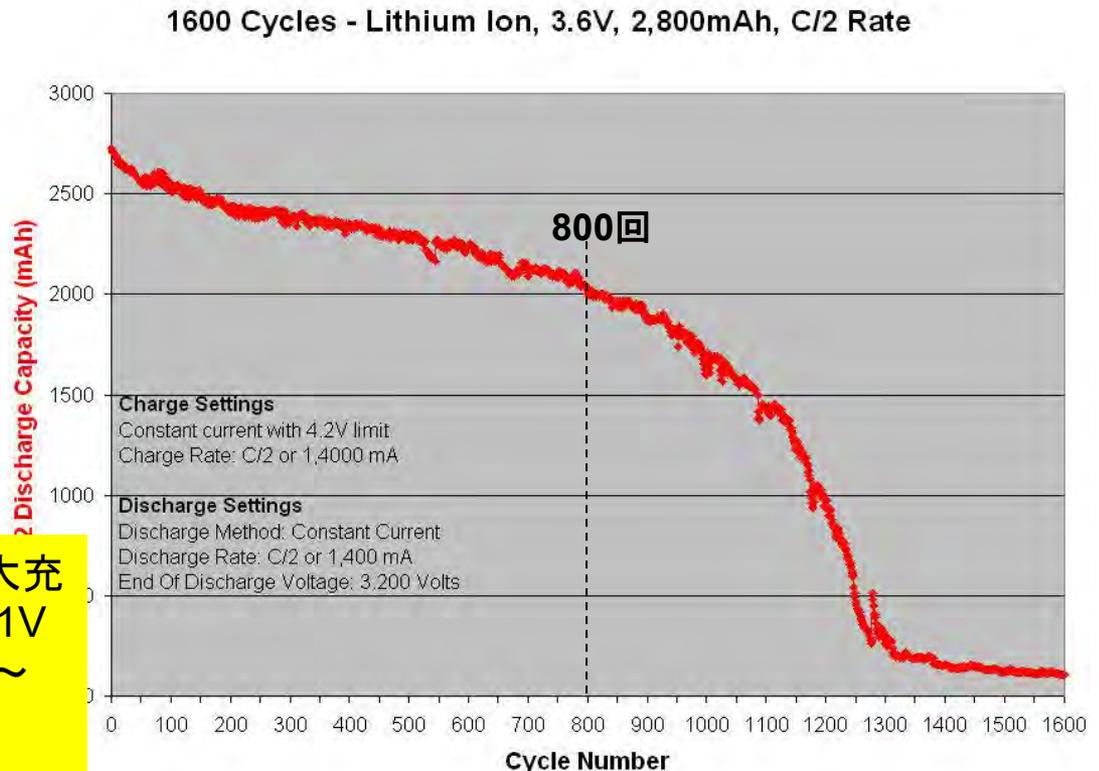
リチウムイオンバッテリー寿命は充放電800回

- ・リーフのバッテリーは3年使用でまったく使い物にならなくなる(ほぼ毎日充電すると)
 - ・リーフの24kWh~30kWhに対し、テスラSは60kWhから100kWhのバッテリーを搭載
ゆっくり走ればリーフの3倍程度の航続距離がある(充電回数が1/3に減るため高寿命)
 - ・テスラSはオーナクラブ各自バッテリーのデータ集計では、25万kmで10%以下の性能低下
 - ・**リチウムイオンバッテリーは充電800回くらいまではほとんど性能低下せず、その後崖から転落**
- ## バッテリー高寿命化のポイント

- ・容量70%までの低下を寿命
- ・充電800回以上で急速劣化
- ・高度なバッテリーマネジメント技術
- ・高品質なバッテリーセル

- 1)高温、低温に弱い
- 2)過充電しない(80%-90%以下で使う)
- 3)過放電しない(10%以下にしない)
- 4)高速充電はなるべく避ける
- 5)走行直後高温での充電避ける

リチウムバッテリーのサイクル寿命は最大充電電圧に影響される。最大充電電圧を0.1V下げると寿命は2倍となる。4.1Vだと600~1000サイクルが、4.0Vとすれば1200~20000サイクルとなる。(マキシム社資料)



テスラEV: model S

2012年6月

- ・テスラモデルSはパナソニックの18650型リチウムイオンバッテリーを**6510個搭載**
- ・18650型はノートパソコンや電気自転車、その他様々な用途で使われている汎用性の高いバッテリー
- ・1モジュールでの電池数は、1列31本が配列され、トータル14列1モジュール辺り434本、合計15モジュール使われており、合計するとトータル6510本
- ・最大で85Kwhという大容量を実現
- ・1充電による航続距離最大572km(2016年8月販売開始したP100Dモデル)
- ・充電時間は、220Vなら4時間、440Vなら最短45分で充電可能
- ・P100Dモデルの100km/H まで加速は2.7秒

100kWhバッテリー搭載
1480万円～

2017年7月から
Model 3の生産開始も遅延
航続距離354km～500km
約3万5000ドル～

テスラ モデルS

重量 2.1トン



パナソニック製18650
リチウムイオンバッテリー
3.6V/3500mAh



model3のバッテリー交換費用は
12,000ドルとのこと(50kwhで)

テスラ モデルSバッテリーモジュール群



Model 3分解

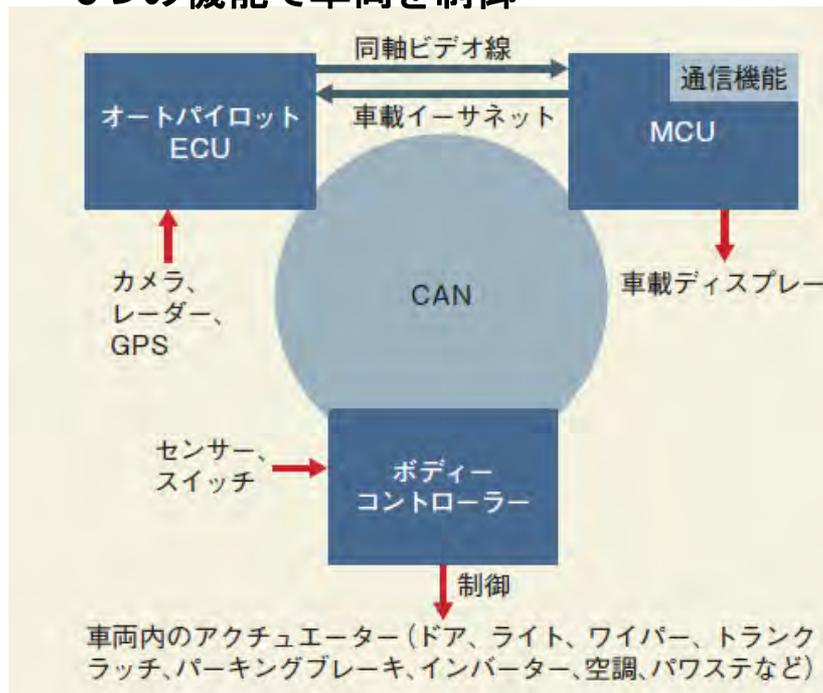
搭載ECUの激減、メータやヒューズの省略でこれまでの”クルマ造り”常識を崩す

6つの先進性

従来だと60個以上搭載していたECUを3個に統合

- ・5枚の基板で車両を動かす(基板はわずか5枚。従来だと数十枚もの基板から構成)
- ・電装品の電線と制御を一体化(電装品に対して制御と12V電源がボディコントローラから供給)
- ・自動運転機能を1つの基板に集約(自動運転の判断と制御をオートパイロットECU基板1枚で)
- ・ディスプレイがシンクライアント(各種ディスプレイにプロセッサなし)
- ・スマホファーストの徹底(スマホアプリでドア解錠ほか)
- ・無駄とも思える遊び心(アメリカの形の基板)

3つの機能で車両を制御



インバータ制御基板がUSA。モータ駆動はSiC

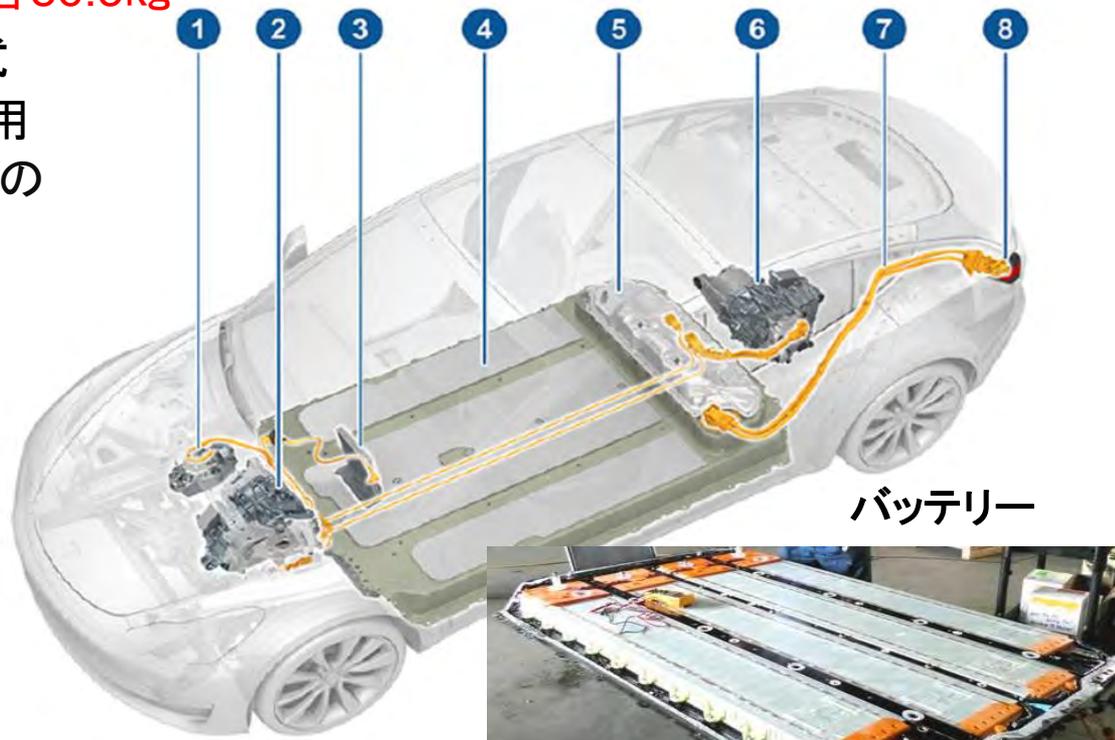


Model 3分解

バッテリー部

- ・車体床下側からボルト20本、室内側からボルト10本で固定
- ・バッテリーを搭載したまま故障診断と原因究明可能
- ・バッテリーのケース寸法**2,080mm × 1,460mm × 210mm**』
- ・**重量は約450kg(75kwhタイプ)**
- ・4つのモジュールに分類、真ん中の長いモジュール2本が**各93.0kg** 短いモジュール2本が**各86.5kg**
- ・テスラのバッテリーはすべて水冷式
- ・**パナソニック製の2170型セル**を採用
- ・モデルSとXは同じくパナソニック製の18650型セル

1. 電動エアコンコンプレッサー
2. フロントモーター(AWD使用のみ)
3. 車内エアコンのヒーター(温風ヒーター)
4. 高電圧バッテリー
5. バッテリー点検口(サービスパネル)
6. リアモーター
7. 高電圧ケーブル
8. 充電ポート



Model 3コスト

model3は75KWタイプと推測
販売価格は655万円(日本)

- ・全体コストが約35,000ドル
- ・バッテリーコストが約13,000ドル
全体の約38%占める
- ・ECUコストが2,400ドル

・全体重量が1.7tonに対して
バッテリーが440kgと全体の
25%を占める

航続距離と電費(EPA基準)

model3 タイプ	航続距離 (km)	電費 (km/kWh)
55kWh	386	6.4
75kWh	499	5.55

電気料金

昼間:33円/kWh、深夜:21円/kWh



SONY車載エンターテインメント技術の実験場

- ・SONYのEV VISION-Sはさながら「走るスマホ」
- ・最新のオーディオ技術やイメージング・センシング技術など、SONYが誇る技術の粋を結集「360 Reality Audio」3Dオーディオ技術搭載
- ・ベンツやBMWなどの開発・生産を請け負うマグナ・シュタイア社(オーストリア)の協力を経て共同開発
美しいデザインはSONY自身のデザイン
- ・EVプラットフォームは独ベンテラーの「BENTELER Electric Drive System2.0(BEDS)」を採用
- ・大手自動車メーカーの受諾生産を手がけるオーストリアのマグナ・シュタイアーが組み上げ

SONY Vision-S



ベンテラーEVプラットフォーム



バッテリーハウジング



2020年度中に公道実験開始予定

まとめ

- ・矛盾の現状エコカー。何がエコなのか？
- ・現状技術で最もエコなのはEVやPHVでなくHV。当初世界はHVをエコカーから除外したが、最近HVも暫定的にエコカーとして許容する方向（中国など）
- ・EVが真のエコカーになるには、ポストリチウム電池が本格量産される2025年以降か
- ・でもエコカーに使用される素材にはレアメタル多い。EV本格普及したらどうなるの？
- ・全世界でEV本格普及したら、電力はどうするの？ 再生エネルギー電源でないと意味ない
- ・エコカーの各種コンポーネントは先端エレクトロニクス技術の塊
これらコンポーネント技術は開発途上（電池、モータ、半導体ほかエアコン技術も）
- ・HVは電気系コンポーネンツの効率向上からシリーズハイブリッドを採用する例が増加。
パラレル方式（正確にはシリーズパラレル方式）はトヨタに技術固められている背景も
- ・テスラはEVプラットフォーム制覇を狙う戦略を次々にスピーディに立案し実行
- ・テスラのバッテリーマネジメント技術、ECU技術は先駆的
- ・EV搭載リチウム電池は安全性に問題あり。海外EV車での火災事故報告が結構ある
- ・燃料電池車は水素ステーションのインフラがキー。
またコスト低減には燃料電池触媒のPt使用量削減も重要

ご清聴ありがとうございます