

中国の新エネルギー自動車産業 及び技術開発の全体状況の紹介



1

中国の新エネルギー自動車の開発の歩み



中国の新エネルギー自動車の開発の歩み

中国の新エネルギー自動車の
技術と産業の現状

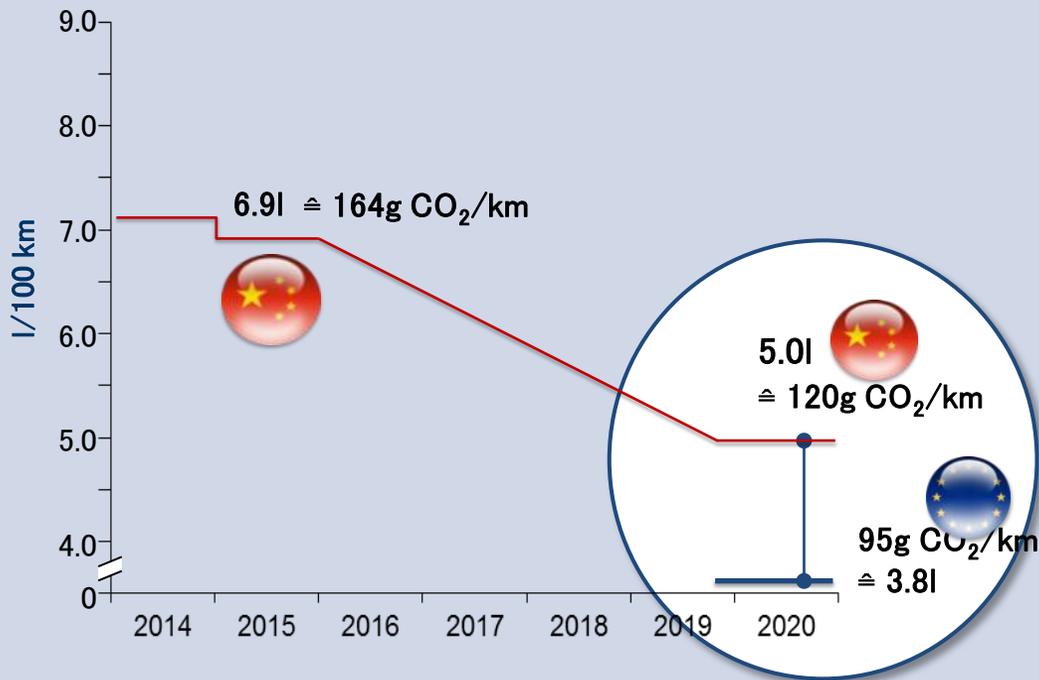
中国の新エネルギー自動車の
技術と産業化の動向

中国の自動車産業の省エネ、排出削減の技術手段



- 新エネルギー自動車の育成開発とは、石油資源への依存を減らし、ゼロ・エミッションの主要手段を現実化し、エネルギー転換型の戦略方針を成し遂げることである。
- 中国の省エネ・排出削減の実現、二酸化炭素の排出削減は大きな課題に直面している。2015年に生産された乗用車の平均燃費は100km当たり**6.9L**(炭素排出量は約**138g/km**)に減少、2020年は**5.0L**(炭素排出量は**100g/km**)である。2025年の開発目標では乗用車の新車全体の燃費が**4.5L/100km**(炭素排出量は約**90g/km**)を達成して、新エネルギー自動車が規制目標のコアとなる柱を実現する。

燃料消費量制限の状況



省エネ排出削減の技術手段

従来型自動車
の省エネ

従来型エンジン駆動の自動車の省エネ・排出削減技術

代替燃料自動車の技術

エンジン駆動を主とするハイブリッド技術

新エネルギー自動車

ピュアEV

プラグインハイブリッド

燃料電池

中国の新エネルギー自動車産業開発の歩み



- 20数年の開発の歩みを経て、中国の新エネルギー自動車産業は応用普及可能な産業基礎を築き上げた。

大規模モデル普及 (2009-)

産業転換 (2007-)

研究開発 分布 (2001-)

研究開発 着手 (1991-2000)

- 「第八次五か年計画」期に電気自動車とそのキーパーツの研究開発作業に着手。
- 「第九次五か年計画」期間に電気自動車を国家科学技術支援計画に組入れ。

- 「第十次五か年計画」：863電気自動車重点科学技術特別プロジェクト
- 「第十一次五か年計画」：863省エネと新エネルギー自動車重点項目、「三縦三横*」技術路線の確定。（*三縦：ハイブリッド・ピュアEV・燃料電池、三横：バッテリー・モーター・制御システム）
- 「第十二次五か年計画」：電気自動車科学技術開発重点特別プロジェクト。

- 2007年、新エネルギー自動車の製造企業と製品の参入許可管理の実施を開始し、条件を整え到達した企業と製品の生産、販売を許可。
- 北京オリンピック、上海万博などを契機に、量産モデルの利用を展開。
- 江淮、BYD、宇通、五洲龍等の多くのモデルの電気自動車が発売された。

- 2009年に省エネと新エネルギー自動車の「十城千輛」モデル運用プロジェクトを開始。
- 2010年に新エネルギー自動車の個人消費試験事業を展開。
- 2013年に新エネルギー自動車の利用普及を展開。
- 国務院「省エネと新エネルギー自動車産業開発計画（2012-2020年）」（国発[2012]22号）
- 「自動車産業の調整と振興計画」
- 「中国製造2025」
- 「新規ピュアEV乗用車企業管理規定」

中国新エネルギー自動車産業の戦略的位置づけ



2014年、習近平主席は「新エネルギー自動車の開発は、我が国が自動車大国から自動車強国に向かうに避けては通れない道である」ことに言及。



2010年、「国务院の育成と開発を加速する戦略的新興産業に関する決定」は、新エネルギー自動車が七大戦略的新興産業の一つであることを確定した。



国务院が公布した「省エネと新エネルギー自動車産業の開発計画(2012-2020年)」(国発[2012]22号)は、純電気駆動を以て新エネルギー自動車の開発と自動車工業転換の主要な戦略的方向とする」とし、新エネルギー自動車を育成開発することを以て「エネルギーと環境ストレスを軽減し、自動車産業の転換・レベルアップを加速し、新しい経済の成長点と国際競争力を育成する取組とする」ことを提起した。

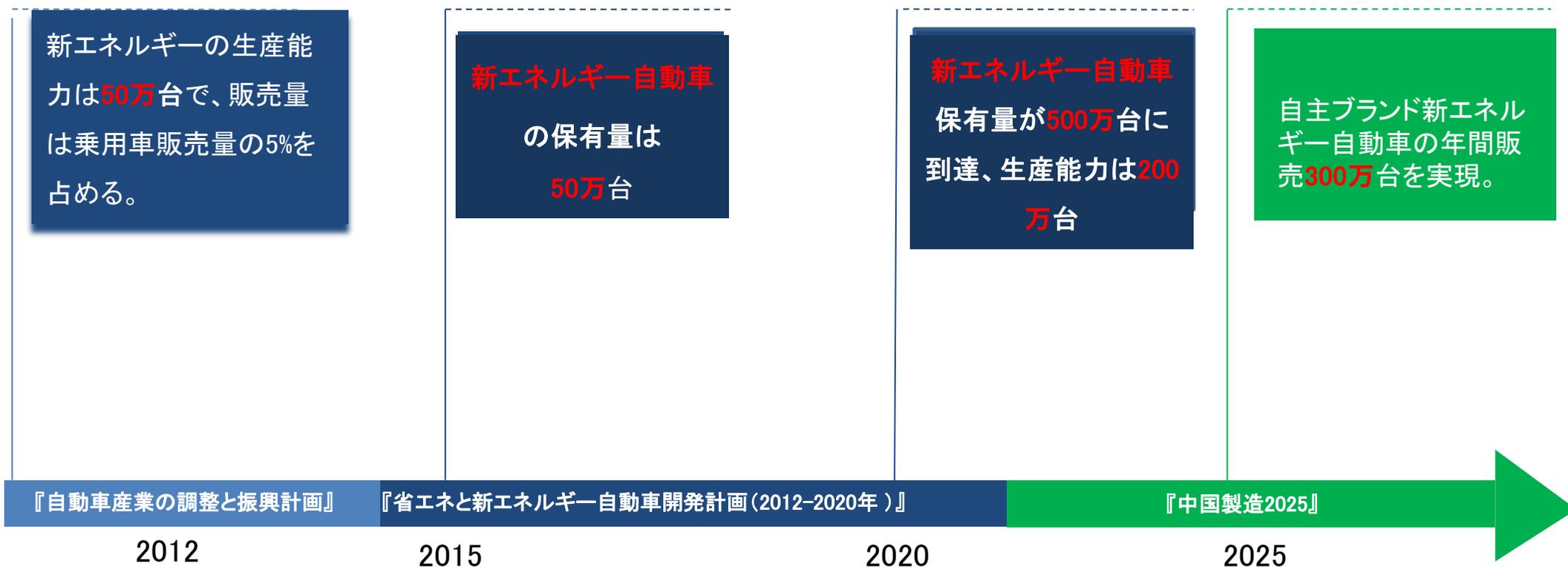


『中国製造2025』:「電気自動車、燃料電池自動車の開発を引続き支援し、自動車の低炭素化、情報化、インテリジェント化の技術を確認し、駆動電池、駆動モーター、高効率エンジン、先進的変速機、軽量化材料、インテリジェントコントロール等のコアテクノロジーの事業化と産業化能力を高め、キーパーツから完成車までの工業体系とイノベーションシステムを構築し、自主ブランドの省エネと新エネルギー自動車の国際的な先進レベルとの一致を促進する。」

中国の新エネルギー自動車の生産量目標計画



- 2009年、中国は初めて新エネルギー自動車の開発目標を提示した。2010年、新エネルギー自動車を戦略的新興産業とすることを明確にした。新エネルギー自動車の開発計画目標は2012年に公布された「省エネと新エネルギー自動車の開発計画（2012-2020）年」にて、更に強化され明確化された。2015年に公布された「中国製造2025」の中で、新エネルギー自動車産業の開発を引続き支持した。



2

中国の新エネルギー自動車の技術と産業の現状



中国の新エネルギー自動車の開発の歩み

中国の新エネルギー自動車の
技術と産業の現状

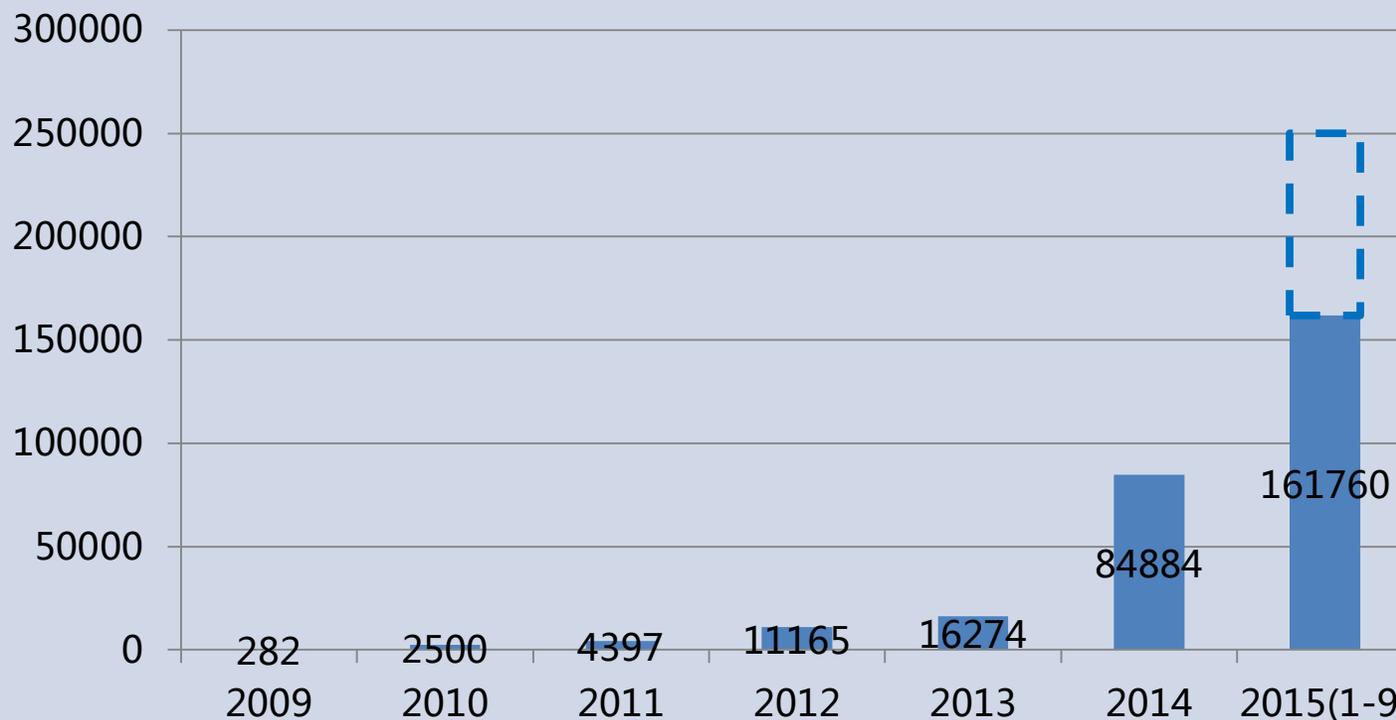
中国の新エネルギー自動車の
技術と産業化の動向

中国の新エネルギー自動車市場



- 中国における2014年末までの新エネルギー自動車の生産台数は119502台で、この内84884台が2014年に生産され、全体の70%を占めている。2015年1-9月の生産台数は161760台で、通年では25万台超となる見込みである。このままで推移すると2016年の新エネルギー自動車の累計生産台数は65万台を超えることが予想される。

中国の新エネルギー自動車の生産量の状況(台)

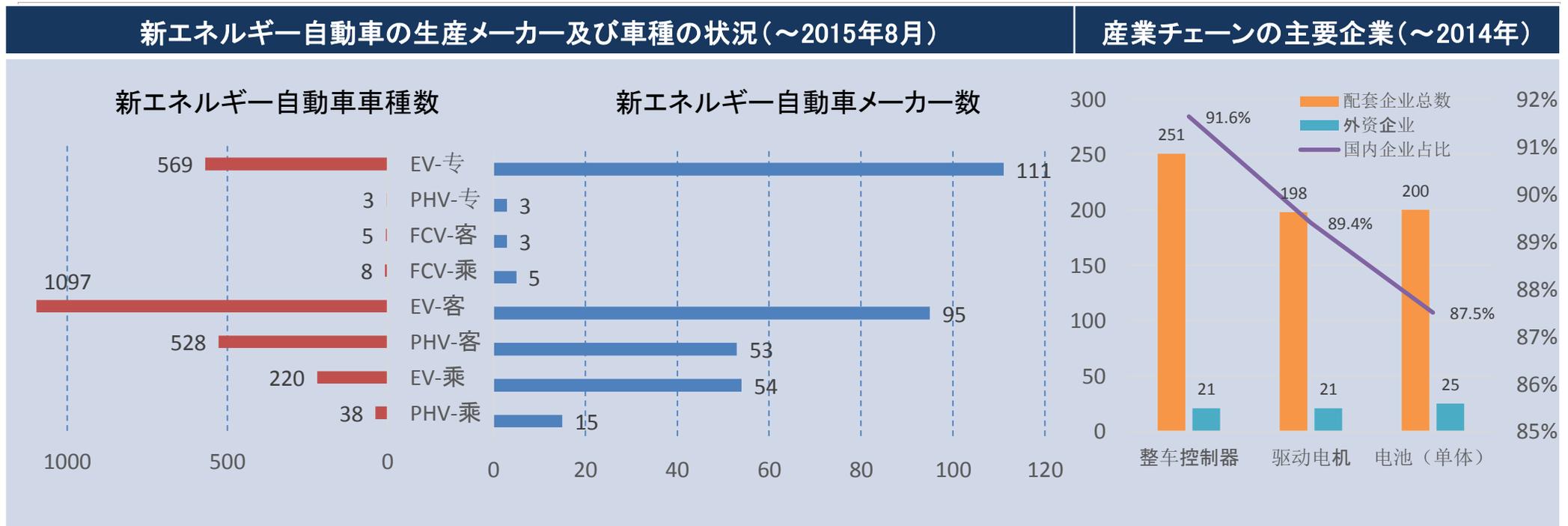


出典:CATARC

中国の新エネルギー自動車産業の発展の状況



- 現在までに、原材料の供給から、駆動用バッテリー、VCU(Vehicle Control Unit)などの主要部品の研究開発・生産までの産業チェーンが完成している。2015年8月(『公告』275号)までに延べ214社の企業が2466種の車種を『公告』に登録した。部品については、2014年までに、バッテリー、モーター、電子制御などの主要部品の国内企業での組立(車種)比率は90%に達した。



出典: CATARC

ピュアEV自動車の性能の大幅な向上



- ピュアEV乗用車の主要技術は顕著な進歩を遂げており、航続距離、信頼性、安全性は向上を続け、大規模な商業化が進められている。北京汽車のEV200と江淮汽車のiev5を例にとると、一世代前の車種に比べ、主な指標となる航続距離、100キロメートル当たりの消費電力量、最高速度などが明らかに向上しており、自動車としての実用性が大幅に向上している。
- ピュアEVバスの技術水準は国の先進的なレベルに達しており、8メートル、10メートル、12メートルなど様々な車長の車両が開発されると同時に、エネルギーの供給技術でも特色を備えている。代表的な製品として、BYDのK9が既に国際市場に進出している。

北京汽車EV200ピュアEV車

江淮汽車ecviピュアEV車

BYD K9ピュアEVバス

宇通ピュアEVバス



代表的な製品	北京汽車E150EV	北京汽車車汽EV200	江淮iev4	江淮iev5
最大航続距離(km)	150	200	152	240
バッテリーの種類	リン酸鉄リチウム	三元系	リン酸鉄リチウム	三元系
バッテリーパック容量(kWh)	25.6	30	19	23
消費電力量(kWh/100km)	16	14.5	15	13.5
最高速度(km/h)	110	125	95	120
車両重量(kg)	1370	1295	1200	1260

出典:CATARC

ハイブリッド乗用車の産業化車種



- 我国のハイブリッド乗用車は、試作車の製作、技術プラットフォームの研究開発、モデル推進応用などの一連の国の政策の支持を受け、BSG、ISG、デュアルモーターなどの産業化されたハイブリッド乗用車の車種が開発され、更にハイブリッド四輪駆動車の技術プランが出されている。
- BYD、上海汽車などでは、多岐にわたる産業化されたハイブリッド乗用車の車種を出している。BYDの唐、秦、上海汽車の荣威550HEVでは一部の指標で世界の先進的水準に達している。

パラメータ / 車種	BYD唐	BYD秦	上海汽車荣威550PHEV
			
加速性能(s)	4.9	5.9	9.5
最高速度(km/h)	180	185	200
電気モーターのみでの最大航続距離(km)	80	70	60
車両重量(kg)	2220	1720	1699
バッテリー容量(kWh)	18	13	11.8
燃費性能(L/100km)	2	1.6	1.6
バッテリー保証期間	セルは期限なし	セルは期限なし	5年または10万キロメートル
メーカー保証期間	6年/15万キロメートル	6年/15万キロメートル	5年または10万キロメートル

出典:CATARC

世界トップレベルの仲間入りをしたハイブリッド商用車



- 中国のハイブリッド商用車の研究開発の始まりは比較的早く、製品の事業化の計画、技術プラットフォームの仮構築と展開、モデル推進応用などの一連の国の政策の支持を受けて車種の開発及び技術的な進歩を推進し、同時に産業化の足取りを加速した。
- 現在、中国のハイブリッド商用車は主にバスで、デュアルモーターのシリーズ平行式、AMTの平行式、平行式のレンジエクステンダーなどの構造を開発しており、中/重度ハイブリッドシステムが中心となっている。平均的な燃料節約率は28.2%で、一部の車種の燃料節約率は40%以上に達し、世界トップレベルに達している。

第一汽車ハイブリッドバス



オリンピックで使用されたハイブリッドバス



宇通ハイブリッドバス



AMT平行式ハイブリッドシステム



燃料電池自動車の研究開発に成功



- 中国では燃料電池スタックとその主要材料、動力システムとその主要部材、車両統合と水素エネルギーインフラの核心技術について初歩的に把握しており、独自の知的財産権を持つ燃料電池式の乗用車と都市型バスの動力システムのプラットフォームを基本的に構築しており、100台規模の動力システムと完成車の生産能力を有している。
- 上海汽車などの企業が研究開発した燃料電池式乗用車の最高速度は122km/h、加速性能は18s、航続距離220km、100キロメートル当たりの水素燃料消費量1.12kgで、ガソリン約4.3Lに相当する(同種の従来型の自動車のガソリン消費量は7-8L)。
- 中国の燃料電池式都市型バスの加速性能、最高速度、航続距離、水素消費量などの性能指標は海外と同等のレベルにあり、中でも水素消費量の指標と完成車のコストでは一定の優位性を備えている。清華大学が先頭に立って研究開発した燃料電池式バスは最高速度86km/h、100キロメートル当たりの水素燃料消費量3.3kg(40km/h等速走行)で、ガソリン12.4Lに相当する(同種の従来型のディーゼル車の燃料消費は20L)。

中国の代表的な
燃料電池式乗用車



中国の代表的な
燃料電池式バス



駆動用バッテリーで形成された良好な産業基盤



- 現在、中国では既にリチウムイオン電池の完全な産業チェーンが構築されており、主に珠江デルタ、長江デルタ及び北京天津地区の三大地区で自動車の駆動用バッテリーの産業クラスター帯が形成され、リン酸鉄リチウム、マンガン酸リチウム、三元系材料の前駆体、グラファイト負極材料、チタン酸リチウム負極材料、電解液及びPP/PEセパレータの世界的な生産拠点となっている。
- 完成車の需要が高まる中で、中国の自動車駆動用バッテリーは大幅に増産している。我国の十大駆動用バッテリー企業の生産能力は2014年現在100億ワット時を超え、2015年9月までには200ワット時を超えている。

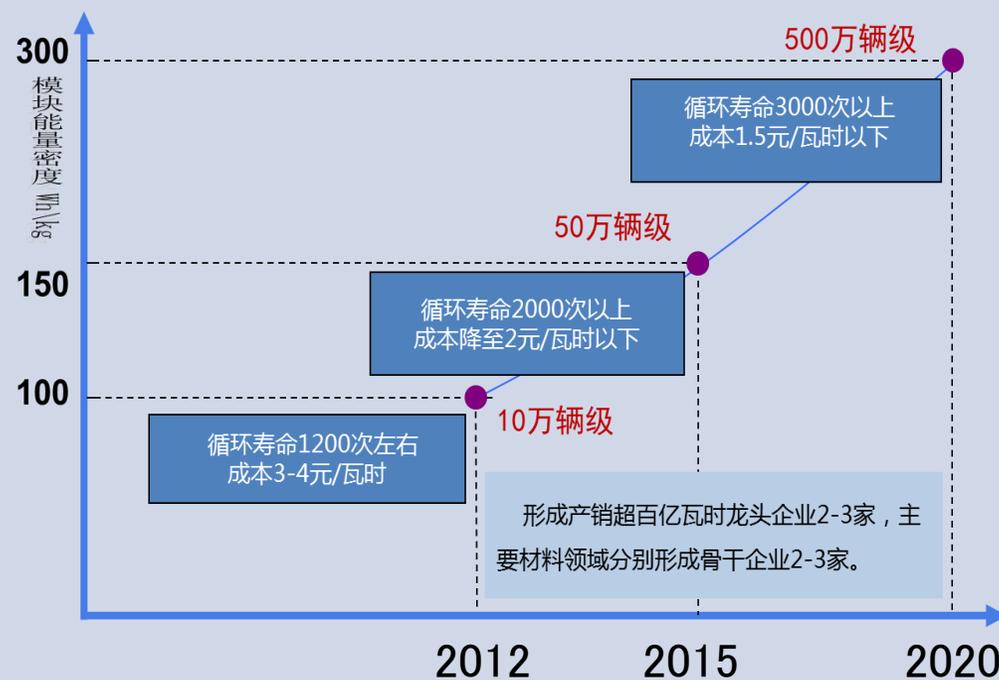


駆動用バッテリーが遂げた大きな技術的進歩



- 駆動用バッテリーの性能は大きく向上し、単体でのエネルギー密度、安全性、寿命などの指標が大幅に向上している。例えばリン酸鉄リチウムバッテリー単体ではエネルギー密度は140Wh/kg、三元系材料とマンガン酸リチウム材料を混合したバッテリーの単体ではエネルギー密度は180Wh/kgに達し、基本的に国際的な水準と同程度を維持している。バッテリーシステムの価格は3元/Wh以下にまで下がり、品質保証期間は5年/10万キロメートルとなっている。高効率型バッテリーの比出力は最高3kWに達している。

我国の自動車駆動用バッテリー技術の発展の概況



時期(年)	単体のエネルギー密度 (Wh/kg)	システムとしてのエネルギー密度 (Wh/kg)	循環寿命 (回)	コスト (元/Wh)
2009-2012	110-150	80-100	>2000	4-6
2013-2015	130-180	90-125	>3000	2-3
2016-2020	200-300	150-240	>3000	<2

自動車駆動用バッテリーの技術方針



01年

06年

11年

15年

ハイブリッド方式と電気方式の分野の
応用の比重

主に電気自動車で使用し、
ハイブリッド車でも応用する

指針の要求(単体):
エネルギー型:エネルギー密度130Wh/kg,
出力荷重比160W/kg;
高効率型:エネルギー密度70Wh/kg,
出力荷重比800W/kg。

指標の要求(単体):
エネルギー型:エネルギー密度120Wh/kg,
出力荷重比700W/kg;
高効率型:エネルギー密度70Wh/kg,
出力荷重比1800W/kg。

◆リン酸鉄リチウムの駆動用バッテリーの開発を重点的に支持し、マンガン酸リチウムの動力電池の開発も行う(08-10)

◆コバルト酸リチウムとマンガン酸リチウムの駆動用バッテリーの開発(01-05)

指標の要求(単体):
エネルギー型:エネルギー密度120Wh/kg,
出力荷重比850W/kg;
高効率型:エネルギー密度65Wh/kg,
出力荷重比1300W/kg。

指標の要求:
エネルギー型(モジュール):エネルギー密度120Wh/kg, 出力荷重比600W/kg;
エネルギー・高効率両立型(システム):エネルギー密度85Wh/kg, 出力荷重比800W/kg;
高効率型(システム):エネルギー密度50Wh/kg, 出力荷重比1800W/kg。

◆主に三元系材料のリチウムイオン電池の開発を行い(スピネル型または層状型のマンガン酸リチウムとの混合)、同時にリン酸鉄リチウム電池の開発も行う(10-12)

◆マンガン酸リチウムとリン酸鉄リチウムの駆動用バッテリーの開発(06-08)

◆三元系材料のリチウムイオン電池の開発(12-17)

新しい工程:バッテリーモジュールのエネルギー密度>150Wh/kg
(単体>180Wh/kg);
2014年の科学技術部の電気自動車の指標:電池システムのエネルギー密度を130Wh/kgとする

◆リチウム硫黄、リチウム空気、全固体電池等(08-)

注:負極の材料は主にグラファイトとする。

新型・新体系電池:エネルギー密度>300Wh/kg

駆動用モーターのシリーズ化



- 中国の自動車用モーター及びその制御システムの産業チェーンは既に初歩的に形成されており、産業化の能力が大幅に向上している。既にバス用の90-200kWと乗用車用の3-90kWのモーターがシリーズ化され、トップ企業の生産能力は1万セット以上に達しており、この生産規模は基本的に現在の電気自動車の発展の需要を満たしている。

企業名称	生産能力	製品の使用状況
深圳市BYD汽車有限公司	年生産能力1200台、手作業と自動化が半々	使用車種:F3DM双模電気自動車、e6ピュアEV車、K9ピュアEVバス
湘潭電機股分有限公司	生産ラインの自動化の程度が比較的高い	金龍客車、東風、南車時代客車、吉利、華普、夏利、長城汽車及び米デルファイ向け
中山大洋電機股分有限公司	500セット/年の永久磁石式同期モーター生産ライン 自動化の程度が高く、国内トップクラス	福田汽車、深圳五洲龍向け
湖南南車時代電動汽車股分	生産能力1000セット/年 生産ラインの自動化の程度は中程度	ハイブリッドバス、トロリーバス、オリンピックピュアEVバス、スーパーキャパシタバス
上海大郡動力控制技术有限公司	生産能力2万台/年、生産設備及び検査設備は国内トップクラス	深圳五洲龍ハイブリッド大型バス、重慶長安志翔、上海汽車荣威550、広州汽車传祺など
浙江無奈德電機有限公司	生産能力10万台/年、生産の自動化の程度が高い	奇瑞QQ、力帆汽車、衆泰2008、万向電動自動車、東風汽車、江淮汽車、宇通汽車
江蘇微特利電機製造有限公司	生産能力1万台/年、国内でトップクラスの流れ作業ライン、生産設備及び検査設備を有する	一汽ハイブリッドバス、吉利EK-2電気乗用車、天津清源哈飛賽豹電気乗用車、衆泰ピュアEV乗用車
上海電駆動股分有限公司	生産能力30000台/年、生産設備の水準は国内トップクラス	国内の主要企業

中国汽车技术研究中心

China Automotive Technology & Research Center

駆動用モーターの競争力の優位性



- 中国の自動車用モーター及びその制御システムの性能は大幅に前進している。現在、各種新エネルギー自動車に必要な駆動用モーターシステムの製品を独自に開発しており、一部の主要性能指標は同じ効率の世界の先進的水準に達している。

技術指標	国内の代表的な 駆動用モーター	フォルクスワーゲン Kassel	アメリカRemy HVH250 HT	アメリカUQM SR218	日産 Leaf	トヨタ 2010Prius
モーター機種	PMSM	PMSM	PMSM	PMBM	PMSM	PMSM
最大出力(kW)	110	85	82	75	80	60
連続出力(kW)	42	50	60	30	/	/
最高回転速度 (rpm)	12000	12000	10600	8000	9800	13500
最大トルク(Nm)	240	270	325	240	280	207
定格トルク(Nm)	100	160	200	67	/	/
システム最大効率	94%	/	95%	94%	95%	95%
高効率域(>80%)	70%	/	/	72%	/	80%
出力密度(W/kg)	1.69/2.89 (65kg/38.1kg)	1.42 (60kg)	2.45 (33.5kg)	1.83 (31kg)	1.33 (60kg)	2.64 (22.7kg)
冷却システム	70°C水冷/12L	70°C水冷/8L	90°C水冷/5L	55°C水冷/8L	60°C水冷/6L	水冷+油冷

出典: 上海電駆動

中国汽车技术研究中心

China Automotive Technology & Research Center

制御装置の性能ではやや差が出ている



- 中国の電力・電子集積制御装置は国外の先進的な電動モーターシステムの技術水準から大きく立ち遅れている。単に電力・電子集積制御装置のみの出力密度と体積出力密度を比較しても50%-60%の差異が存在し、チップの集積設計、熱設計、製品化設計などの方面でその差は更に広がっている。

システムの種類	2015DOE 目標	Toyota HEVシリーズ			日産 2012Leaf	中国企業 の先進的 レベル
		2004Prius	2007Camry	2008Ls600h		
対応車種	EV	2004Prius	2007Camry	2008Ls600h	2004Prius	EV
モーター最大出力(kW)	55	50	70	110	60	80
モーター制御装置出力密度連続出力(kW/L)	12	5.7 (4.5)	11.7 (7.4)	17.2 (10.6)	11.1 (5.9)	5.7
モーター制御装置出力比重量(kW/kg)	12	5.7 (3.8)	9.3 (5.0)	14.9 (7.7)	16.6 (6.9)	4.7
冷却液最高温度(°C)	105	65	65	65	65	65
バス電圧(V)	200-450	200-500	250-65-	288-650	200-650	240-403

出典：数据来源：アメリカ Oak Ridge National Laboratory、北京理工大学電動車両国家工程試験室

中国汽车技术研究中心

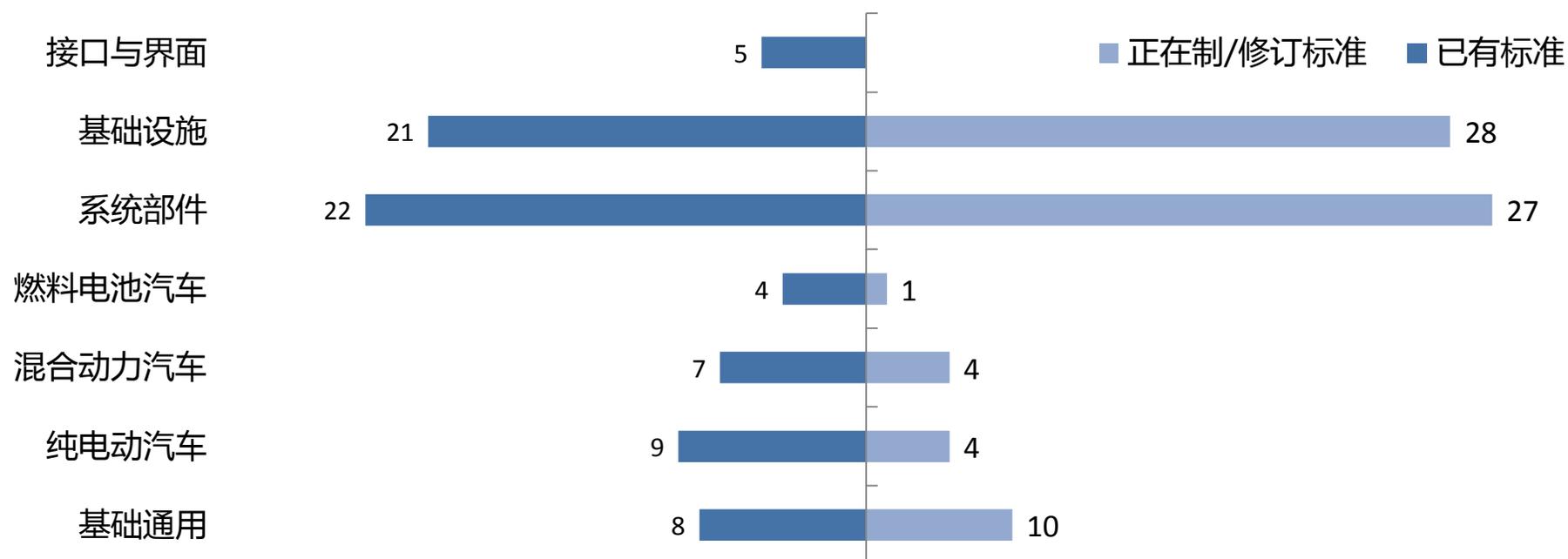
China Automotive Technology & Research Center

新エネルギー自動車の基準制定の現状



- 工業情報化部は2014年末までに新エネルギー自動車の全産業チェーンの基準76項目を発布した。この基準は中国における新エネルギー自動車の研究開発、規範、産業化及び市場規範の大きな柱となる。今後、現在作成中の74項目の基準が更に発布される。

図：我国の新エネルギー自動車(ハイブリッド含む)に関連する基準の制定の状況



中国の新エネルギー自動車の充電方法の現状



- 2014年以降、中国では新エネルギー自動車の充電施設やサービス商業化モデルが数多く出現し、一定の区域内で初歩的な検証が行われている。これらのモデルは充電インフラ設備の建設・運営を促進し、更に先行建設、全体のソリューション、インターネットプラットフォームとの結合を通して、新エネルギー自動車の販売と利用を有効に推進するものである。

1. 自動車群充電システムレベルの運営モデル

青島特鋭徳に代表される。このモデルでは従来型の充電パイルによる無秩序な充電が送電網システムにもたらす危険性、「パイル」にぶつかることによる設備使用の危険性の問題、利用することのできない低迷店から来る高コストを克服し、更に充電にアクセスする困難、運営管理の複雑さ、充電パイルの土地の占有などの欠点を克服し、インターネットプラットフォームを通じた情報の共有と電子決済による付加価値サービスを実現した。

2. クラウドファンディングによる設備建設及び充電サービスのモデル

江蘇万帮集団傘下の星星充電に代表される。このモデルの構想は、用地のクラウドファンディングを行って無料で設備を設置し、「インターネット思考」でカードなしで充電するという運営モデルである。即ちパーキングエリアの所有者が提供した用地に星星が無償で充電パイルを建設し、用地提供者は充電パイル完成後永久に無償で利益のフィードバックを得ることができる。

充電の新たな ビジネスモデル

中興新能源汽车公司に代表される。このモデルでは既存のパーキングエリアと車両に設置した無線充電モジュールがあれば、車両の無線充電が実現する。

深圳沃德瑪電池に代表される。このモデルの最大の特徴は、市街地に用地を必要とせず、移動可能な充電車で電気バスなどの車両に充電及び緊急充電を行うサービスである。

3. 無線充電モデル

4. 移動充電モデル

3

中国の新エネルギー自動車の開発の歩み



中国の新エネルギー自動車の開発の歩み

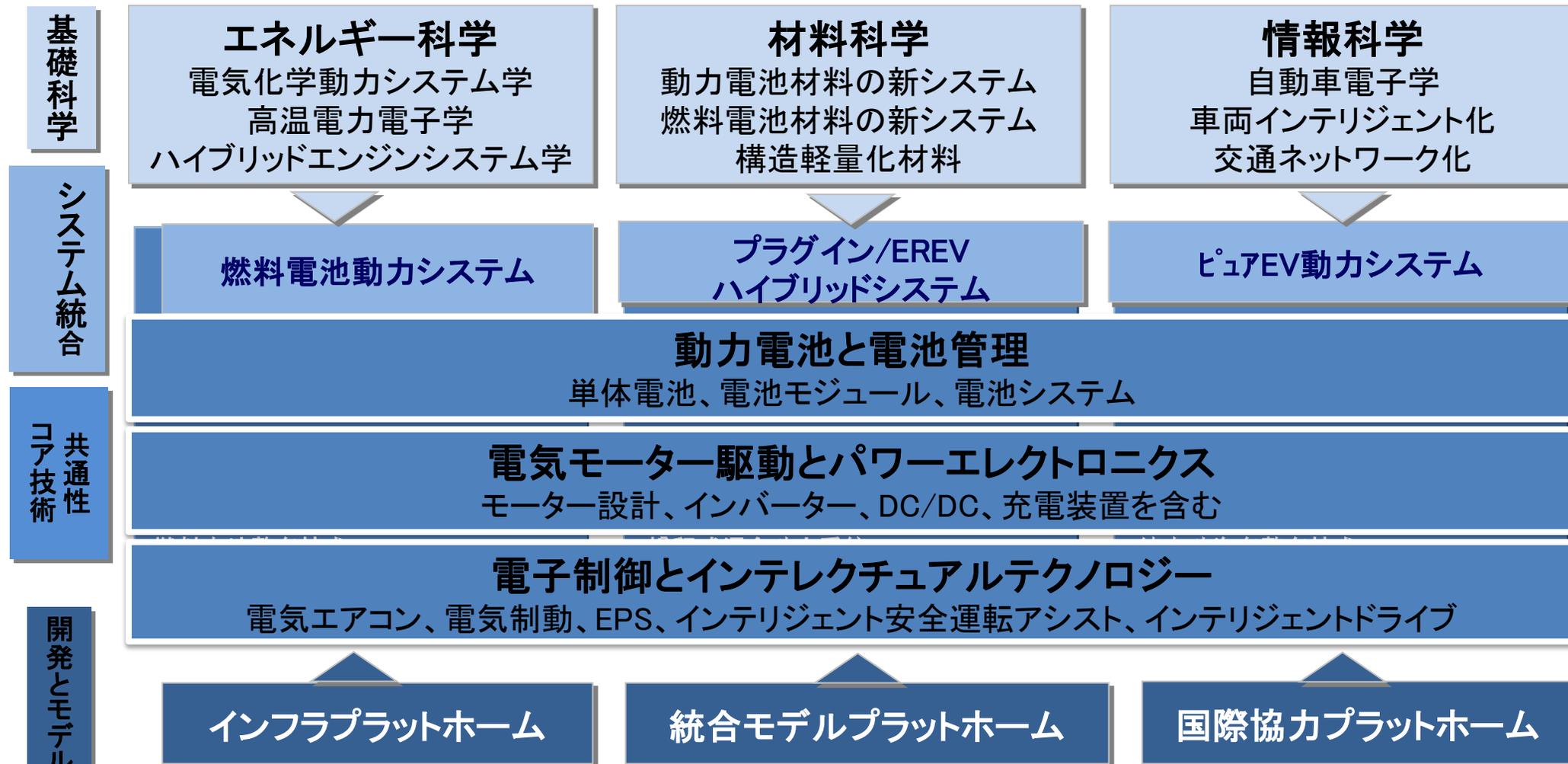
中国の新エネルギー自動車の
技術と産業の現状

中国の新エネルギー自動車の
技術と産業化の動向

中国の新エネルギー自動車の研究開発分布の動向



「第十三次五か年計画」の新エネルギー自動車研究開発分布:ピュアEV、プラグイン/EREVハイブリッド、燃料電池の技術革新という三つの基本線により、基礎科学から統合モデルのチェーン全体のイノベーションを実現する。



動力バッテリー技術の動向



- 電動自動車の市場規模の急速な高まりに注目し、電動自動車の未来技術の開発、新材料、新製造プロセス等の新技術開発の応用は、未来の自動車の動力電池産業の技術開発のトレンドである。

既存の電気化学体系	新型高性能電気化学体系	次世代電気化学体系
<p>～100Wh/kg 或はそれ以下 (HEV/PHEV/EV)</p>	<p>～130Wh/kg (PHEV/EV)</p>	<p>～200Wh/kg (EV)</p>
<p><3元/Wh</p>	<p><2元/Wh</p>	<p><1元/Wh</p>

駆動モーターの技術動向



- 統合化、永久磁化、デジタル化、量産化は未来の自動車の駆動モーター産業の技術開発トレンドである。

統合化

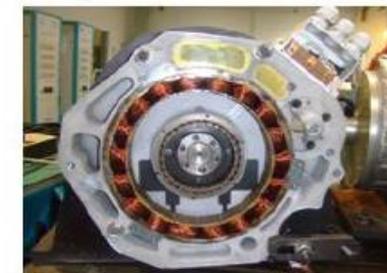
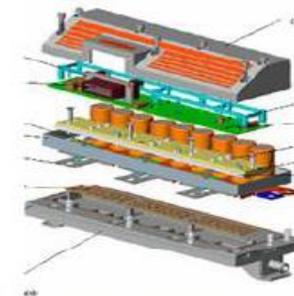
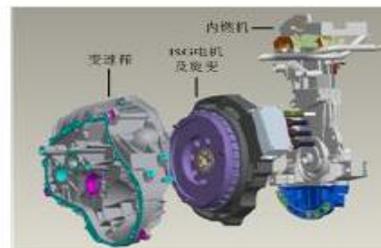
モーター分野: モーターとエンジンの組立て、
モーターと変速機の組立て。
制御装置分野: パワーエレクトロニクス組立て
(電源デバイス、駆動、制御、
センサー、電源等)

永久磁化

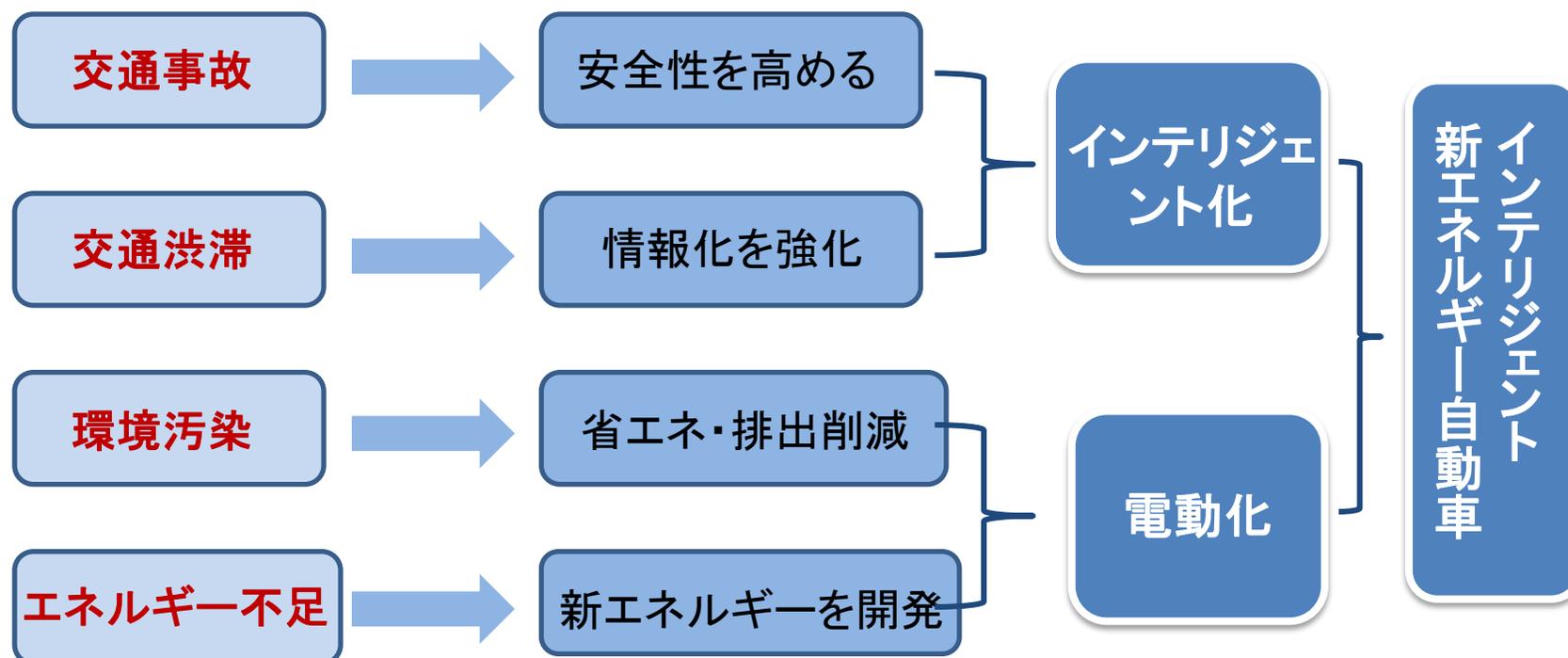
永久磁石モーターの出力密度とトルク密度が高く、効率が
高く、力率が高く、信頼性が高く、保守がし易いという
長所を備えている。ベクトル制御の駆動制御システムを
採用し、幅広い速度調整範囲を実現する。

デジタル化

制御システムのデジタル化は電気駆動技術の必然的
傾向である。



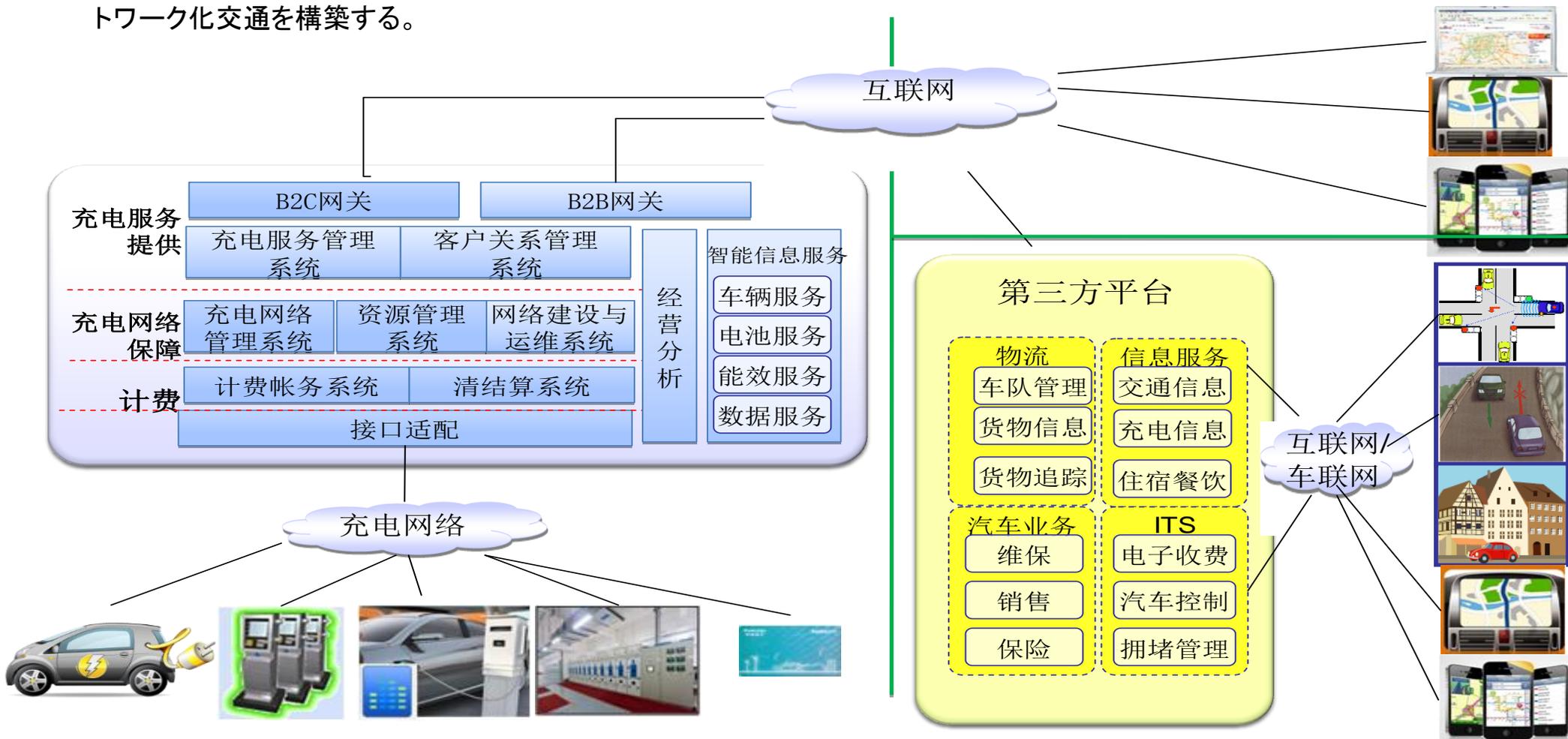
- 自動車のインテリジェント化は交通の効率と安全を一層高めることができる。また、自動車の電動化はエネルギー問題、排出削減を改善する重要な手段である。インテリジェント化と電動化の結合は未来の自動車産業の発展のトレンドであり、インテリジェントな新エネルギー自動車は自動車技術と交通モデルの重大な変化をもたらすであろう。



基本プラットフォームの技術動向



- 電動自動車を用いてエネルギー蓄積ターミナルのエネルギーインターネットとカーネットワークとの融合を加速し、インターネット、カーネットワーク、インテリジェント電力ネットワーク、電気自動車のインフラネットワークが相互融合し形成されるネットワーク化交通を構築する。



Thanks

ご清聴ありがとうございました