

欧米韓からの新世代 HEV/EV、 48V 提案で新ステージに突入する電動車競争

世界で進む電動車開発競争は、トヨタ、ホンダなど日本自動車メーカーが開発・量産面で先行しているが、2014 年より欧米韓自動車メーカーによる新環境対応車の投入が本格化、新たなステージを迎える。

日本自動車メーカーはトヨタを筆頭に 2 モータータイプのシリーズ/パラレルハイブリッド(HEV)システムとホンダを中心にした 1 モーターパラレル HEV を搭載し、そのことを通じて低燃費競争の主導権を握ったものの、販売の広がりには国内市場と一部先進国市場に限定される。これに対し、欧韓自動車メーカーは駆動方式を 1 モータータイプのパラレル HEV システムとそのプラグインタイプの PHEV に集中するとともに、電池電圧をそのままインバーターを通じて駆動用交流に変換して駆動モーターを制御するシステムに集中して採用。また、インバーターのコア部品である IGBT 素子とそれによって構成されるパワーモジュールを標準化し、メーカーを越えて共通使用する標準化深度を強化することによって、日本メーカーに対する電動車、電動部品のコスト格差を短縮したい考えである。さらに、欧州勢は 48V システムの世界的な普及において主導権を獲得する意図を明確にしており、米国市場への普及拡大を目指すなど、日本勢に先行を許した電動車開発競争において、集中と標準化戦略によってコスト低減、技術開発競争を展開する見通しである。

【世界、地域別電動化システム、電動車技術採用動向】

	日本	欧州	北米	中国	その他新興国
12V アイドルストップ	セグメント A、B、C で標準装備、2020 年標準化	セグメント A、B、C、D で標準装備、2020 年までに標準化	セグメント B、C で標準装備、2020 年標準化	セグメント C で普及拡大、2020 年シェア 10%超	インド、ブラジルで採用拡大
48V アイドルストップ	普及は限定的。12V アイドルストップとパラレルまたはシリーズパラレル HEV に挟まれ、2025 年でも採用は上級車または多目的車に限定される。	セグメント D、E、F と多目的車で採用が拡大すると見られる。HEV の主流が 1 モーターパラレルのプラグインと高価格になることから、12V アイドルストップとパラレル HEV のはざまを埋める技術として市場地位を獲得する可能性。多数のメーカーは上級車を中心に採用を拡大するが、パラレル HEV 技術を持たない量販メーカーは小型車分野でも 48V システムの採用を拡大すると見られる。2020 年セグメントシェア 20%以上	セグメント D 以上、小型トラックで普及する可能性があるが不透明。HEV の主流が 2 モーターシリーズとシリーズパラレルとそのプラグインになり、高価格であることから、12V アイドルストップと現行 HEV のはざまを埋める技術として市場地位を獲得する可能性。12V アイドルストップでは電力が不足する中大型車、小型トラック分野で採用の拡大が期待される。	普及は限定的、2020 年シェア 0.5%未達だが、中央政府の政策次第。自動車生産大国から自動車生産強国への体質改善を図る中国政府は EV/PHEV/ HEV についての本格的な要素技術獲得を目指していることから、48V アイドルストップに対する評価は低く、政府が大きく普及を支援することは考えにくい。	普及は限定的だが、政策次第。一定の生産・販売規模を獲得しつつある主要国では、低燃費自動車生産・輸出拠点化を目指して、普及拡大支援と投資誘致政策を展開しているが、消費者の中心を富裕層が占めることから、自律的な低燃費車の販売拡大は見込めない。
HEV	セグメント B 以上で普及拡大、2020 年には市場の過半	セグメント B 以上で普及拡大、2020 年 3%未達	セグメント C 以上で普及拡大、2020 年 5%、2025 年 10%	補助金対応でバス分野で普及拡大	普及限定的
PHEV	セグメント C で拡大するが普及は限定的、2020 年 2%、2025 年 4%未達	セグメント C 以上で普及拡大、2020 年 3%、2025 年 5%未達	セグメント D 以上で普及拡大、2020 年 2%、2025 年 4%	政策対応で公用車中心に普及拡大	普及限定的
HEV/PHEV	HEV/PHEV ともバッテリーシステムは 100V~250V とするが、300V~700V に昇圧して使用する場合が大勢。メーカーによって 1 モーターパラレル、2 モーターシリーズパラレルタイプがバラエティーに存在。ベルト駆動スタータジェネレータータイプのアイドルストップ(マイクロハイブリッド)は少ない。	HEV/PHEV ともバッテリーシステムとモーター駆動電圧を 250V~400V とし昇圧せずにモーター制御。1 モーターパラレル方式または、1 モータースプリット 4WD タイプの HEV と、ベルト式スタータジェネレータータイプのマイクロハイブリッドシステムの採用が拡大している。2 モーターシリーズパラレルは GM が開発したものをベースに Daimler と BMW が一時期量産していたが、生産停止した。	HEV/PHEV ともバッテリーシステムは 100V~300V とするが、昇圧する場合としない場合の双方が存在。GM と Ford はともに 2 モーター方式を採用しているが、GM がシリーズ方式を Ford がシリーズパラレル方式を採用しているほか、GM がベルト式スタータジェネレータータイプのマイクロハイブリッドシステムを採用。	政策誘導により新エネ車(EV/PHEV)の普及拡大を目指しているが、他のモデルに対して割高な乗用車系 PHEV の販売は振るわない。	環境性能に対して消費者が高額出資する準備はできていないが、電動車普及と電動車産業誘致政策を持つ国では補助金設定によって、急激に HEV 車販売が拡大する
EV	セグメント B で採用拡大するが普及は限定的、2020 年 1%、2025 年 3%	セグメント B、C で普及拡大、2020 年 1%、2025 年 3%	規制対応で徐々に普及拡大、2020 年 1%、2025 年 3%	政策対応で公用車、タクシー中心に普及拡大	普及限定的
簡易小型 EV	市場は限定的、2020 年シェア 0.5%未達、2025 年 1%未達	市場は限定的、2020 年シェアは 0.8%未達、2025 年 1.6%未達	市場は限定的、2020 年シェア 0.1%未達、2025 年シェア 0.2%未達	地方都市中心に普及、2013 年年間 18 万台、2020 年 100 万台未達の可能性	地域により、二輪車、三輪車需要を吸収して拡大する可能性があるが、サブジャンジットとしての発展が期待されるものの、主要な移動手段になるかは不明。

(FOURIN 作成)

地域で異なる電動車普及シナリオ

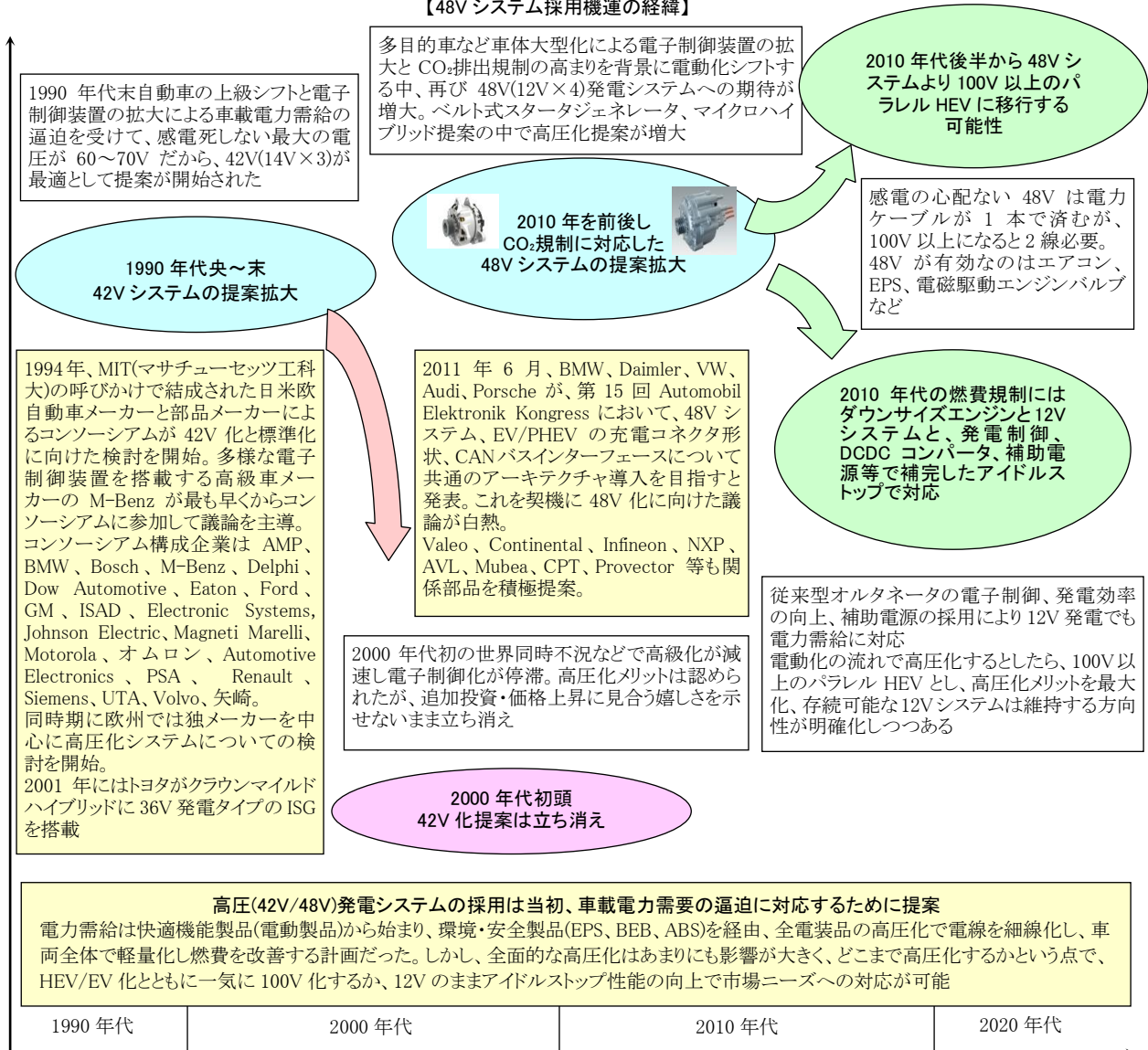
自動車産業に求められる CO₂排出規制、燃費低減は規制と罰金・増税という形で直接的な実行を求める場合が多かったが、最近では低燃費車に対する優遇税制や低燃費車に対する補助金等の間接的方法で誘導する方式の採用が拡大している。とりわけ、規制と罰則の採用は欧州と米国で多く、日本やアジア諸国には補助金や優遇税制をテコに燃費改善を目指す国が多い。

電動車の普及シナリオは、地球温暖化がもたらす気候変動問題、自然災害の深刻化により加速して CO₂排出の少ない電気自動車(EV)またはハイブリッド車(HEV)の普及が目指されてきた。

しかし、EVは電池価格がなかなか下がらず、同クラスの自動車に対する価格格差は150万~200万円と、大きい。2010年に市場投入された日産 Leaf も Chevrolet Volt も 2013 年末までに 5,000ドル前後のコスト削減を

実現したが、既存車種との価格格差は依然、100 万~150 万円程度ある。さらなる改善努力によって、通常の内燃エンジン車との価格差を縮めることができたとしても航続距離は 200km 程度、実際の航続可能走行距離は 100km 前後にとどまることから、EV 等が既存モデル同等の販売水準に達するまでには、更なるコスト削減と性能の向上が問われる。これに対し、トヨタ、ホンダをはじめとする日本自動車メーカーは HEV 分野への製品投入を強化する一方で、画期的なコスト削減に成功。2012 年に市場投入した Aqua クラスで、価格格差を 25 万円以内、2013 年投入の Fit ハイブリッドクラスで 20 万円以内に低減。既に、トヨタの Aqua が 170 万円、Fit ハイブリッドで 163.5 万円という価格設定が実現したことで、減税優遇や燃料使用量の低減効果が実感できる分、一般車種と同格もしくは魅力的な製品となり、日本国内では軽自動車にならぶ販売好調なヒット商品になっている。

【48V システム採用機運の経緯】



(FOURIN 作成)

欧州中心に 48V 採用機運の高まり

日本市場では HEV 比率が高いのに対し、欧州市場では日本ほどの販売シェア獲得は進んでいない。米国では、日本より多数の日本製 HEV が販売されていた時期があるが、日本ほど販売シェアは拡大していない。

欧州では、燃費低減効果の高いコモンレール式ディーゼルエンジン搭載車とダウンサイジング直噴ガソリンターボエンジンの装着が先行して増大している。HEV が日本市場ほどには普及していないもう一つの理由は欧州で開発された HEV 価格の高さにある。今なお、欧州で生産される HEV の従来モデルとの価格差は 50 万~100 万円と高価格であるうえに、燃費性能は価格格差ほどには大きくなく、わざわざ高価格で HEV を購入する意義を見つけることが困難な状況にある。

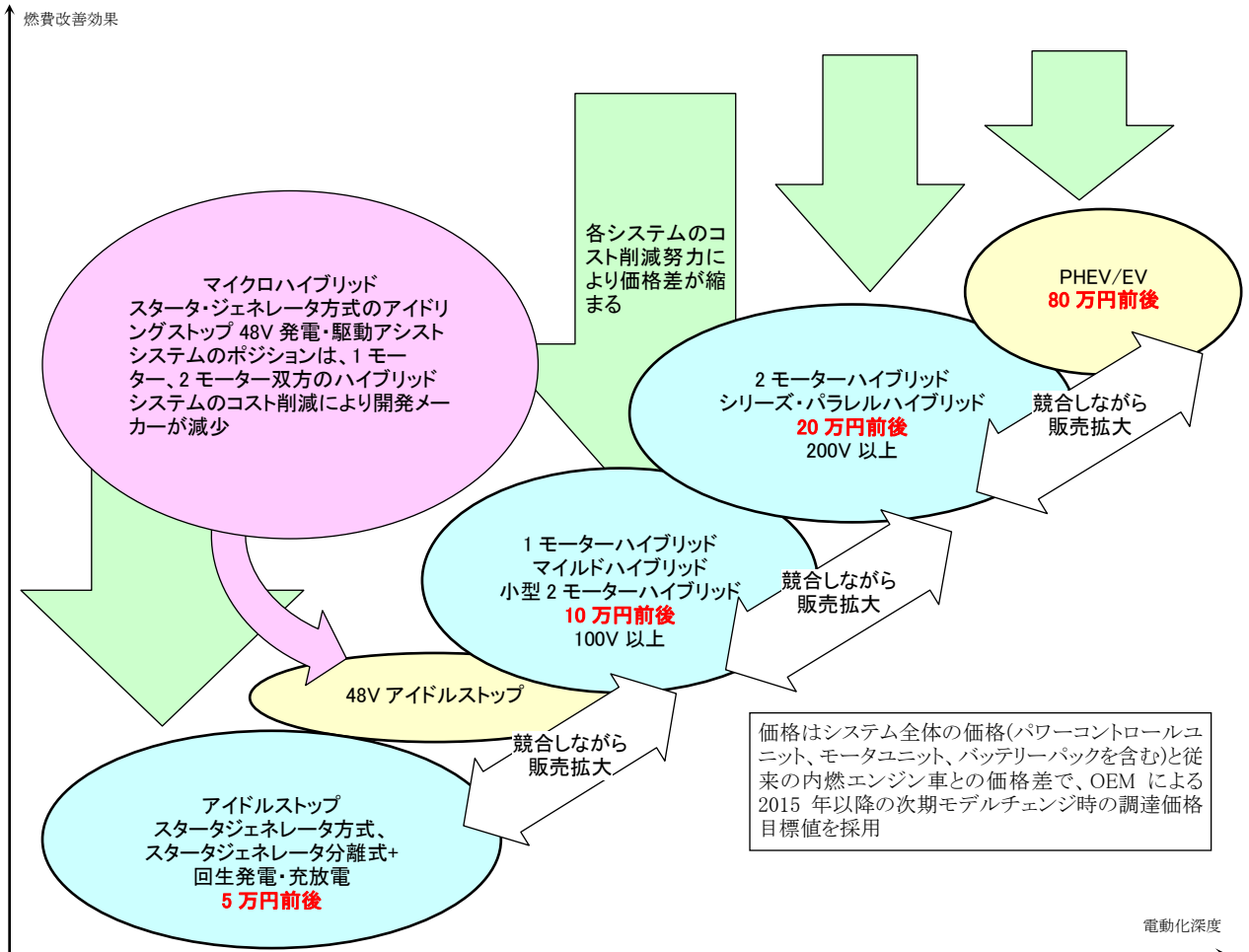
こうした状況の中で登場したのが 48V システムである。すなわち、低コストで燃費性能の向上を実現するためのシステムとして 48V システムを採用し、燃費性能の向上を図る。48V システムは従来のオルタネーターの発電を 48V で行い、制動時やコースティング走行時の発電能力を引き上げるとともに、場合によってはスターターモーターとしてオルタネーターベルトを駆動するモータージェ

ネレーターとして機能するほか、電力消費の大きなエアコンモーター、EPS(電動パワーステアリング)用モーター、電動アシスト用モーターを 48V で駆動することで、より大きな出力を確保できるのでアイドルストップシステムの高度化によってエンジン停止の頻度を上げても車両制御を効率よく、快適に行えるようにしたものである。

発電電圧の高圧化は、1990 年代末から末にかけて欧州自動車メーカーを中心に検討されたことがある。当時の狙いは車載電装品、電子制御部品の電力需給逼迫に対応したもので、全ての電装品を 14V(12V)系から 42V 系に切り替えることで、車載電力需要の逼迫に対応するものであった。しかし、当時は 42V 化によるコストアップが最終ユーザーである消費者に理解されないとの理由から 2000 年代初頭にたち切れになった。

今回の 48V システムの導入は 2011 年にドイツの主要自動車・部品メーカーが燃費低減を目的に、燃費低減効果の高い分野に限定して高圧化を進めるとして採用に向けた準備が進んでいるものである。しかし、その背景にあるのはあくまでも、本格的な HEV システムの価格が高く、12V アイドリングストップシステムとの間に価格上設定する余地があることが理由になっている。

【日本の 48V システムの可能性】



注)赤字は内燃車に対するコスト格差。

(FOURIN 作成)

48V システムの設定余地が狭い日本

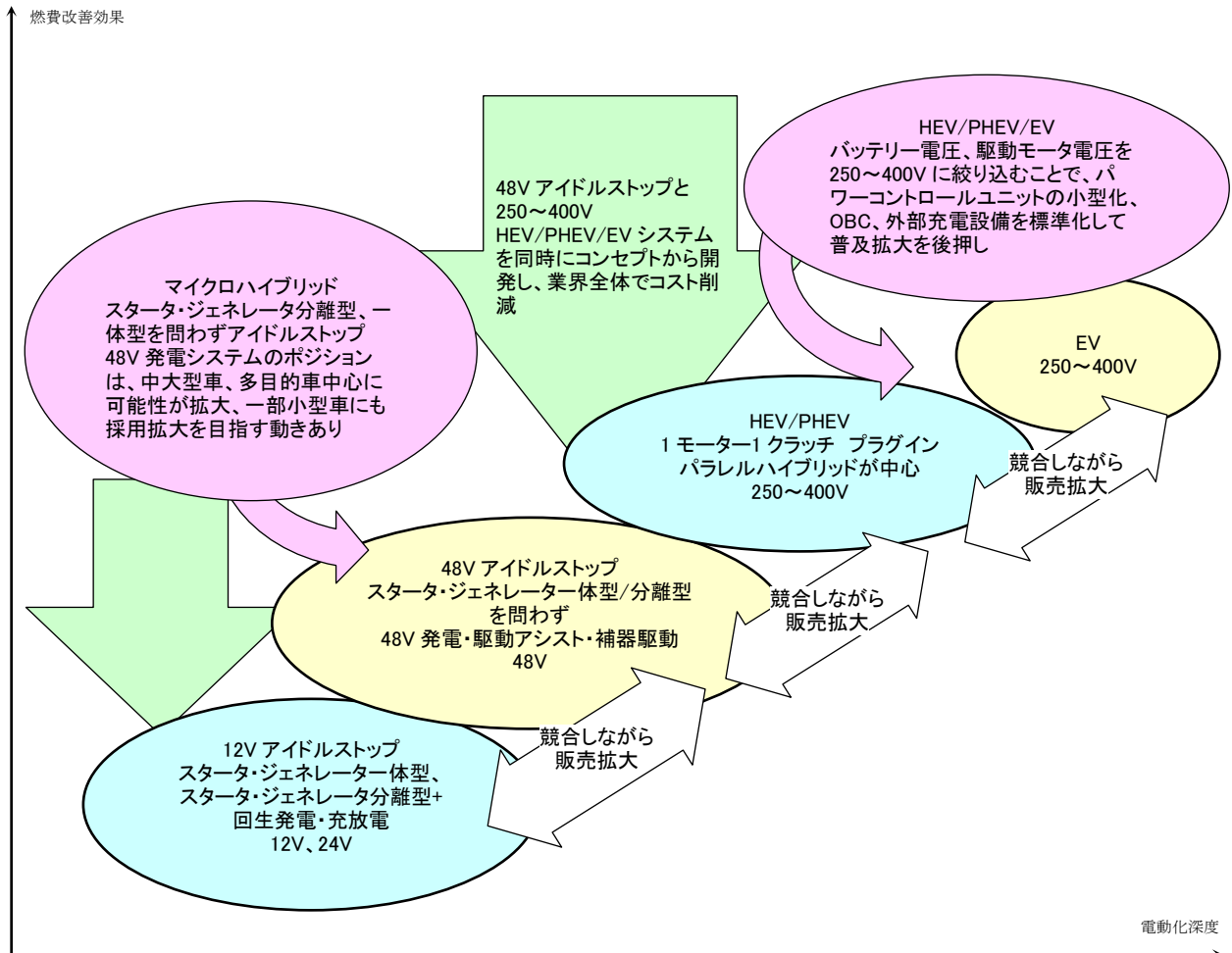
これに対し、日本では HEV の普及が進展したことで、技術開発の進展と量産効果の双方の効果によって、従来のモデルに対する価格格差が縮小してきた。回生発電能力の向上やエンジン停止時間の延長など高度化する 12V アイドリングストップシステムと Aqua や Fit などの小型ハイブリッドシステムとの価格格差が小さくなっており、その分、48V 系アイドリングストップやマイクロハイブリッドシステムが存在可能な価格帯が狭い。5 万～10 万円で装着できなければ設定する余地はなく、上限の価格は今後のコスト削減努力によってさらに低くなると見られる。小型ハイブリッドシステムになれば、大電力が必要なモーター駆動は HEV システム用の高圧系による対応が可能になる。また、12V 系でもアイドリングストップシステムの高度制御化により、制動時やコースティング走行時の回生発電能力の向上が図られ、48V システム採用の意義が薄れている。実際、小型車クラスでは 12V 系のアイドリングストップの採用で相当量の燃費低減が図られることから、48V システムの採用は欧州では中大型高級車以上、北米では大型乗用車とピックアップトラックや SUV/CUV などに車に限定されるとの見方が強い。

HEV/EV でも標準化で普及目指す欧州

こうした点から、48V システムの採用が欧米など地域や車種に限定した特殊なシステムになるかどうかは別問題である。HEV が既存の内燃エンジン車と同様かそれ以上の規模で販売されている市場が日本に限定されているからである。日本の技術とコスト水準で考えると 48V システムが存在可能なスペースは狭いが、世界市場を見ると、HEV は多くの地域でなお高価格である。だが、トヨタ、ホンダをはじめとした日本自動車メーカーの性能と価格に対抗可能な水準にある自動車・部品メーカーは欧州には少ない。逆に、48V 発電システムを使ったマイクロハイブリッドシステムの普及が進めば、標準化につながりコスト削減が一気に進む。市場全体の趨勢が変わる可能性すらある。このため、当面は欧州を中心とした世界の 48V システム採用の動きを注視しながら、世界の動きに遅れない開発対応が問われる。

48V システムの採用を主要なドイツ自動車・部品メーカーが中心になって推進していることとまったく同様の姿勢が、HEV/EV システムについても行われている。HEV/EV の駆動モーターの制御に必要な電圧を 300V 前後に収斂して使用し、パワー制御システムの統一化、

【欧州の 48V システムの可能性】



(FOURIN 作成)

標準化を図ろうとする動きである。

2013 年後半からドイツ自動車メーカーは、VW が e-up! を BMW が i3 を発売したほか、多様な EV や PHEV の投入を加速している。Prius や Fit ハイブリッドまでの価格競争力を持つ電動車は未だに市場投入されてはいないものの、多くの場合において、モーター駆動、モーター制御用の電圧を 250~400V に収斂して使用し、1 モーターの駆動をコントロールするパワーコントロールユニットの分野を一定の枠内に収めることで、業界全体全体としての標準化、コスト削減を進める意図が見られる。

しかし、この点もまた、欧州自動車メーカーが 2 モータータイプのシリーズ/パラレルハイブリッドシステムの採用を敬遠し、Prius や Accord で採用されているような搭載電地の電圧を昇圧することで、搭載バッテリーを最小限にとどめながら燃費性能を向上するシステムの採用を見送った結果として進展している。

1 モータータイプであれば交流同期モーターのコントロールに必要な IGBT などのスイッチング素子は最低 6+2 の 8 個で済むのに対し、2 モーターであれば IGBT 素子が最低 6+6+2 の 14 個必要になり、それだけでコストアップになることから、IGBT の使用数の削減を含めて設計段階でできる限りコスト削減を図ろうとしている。さら

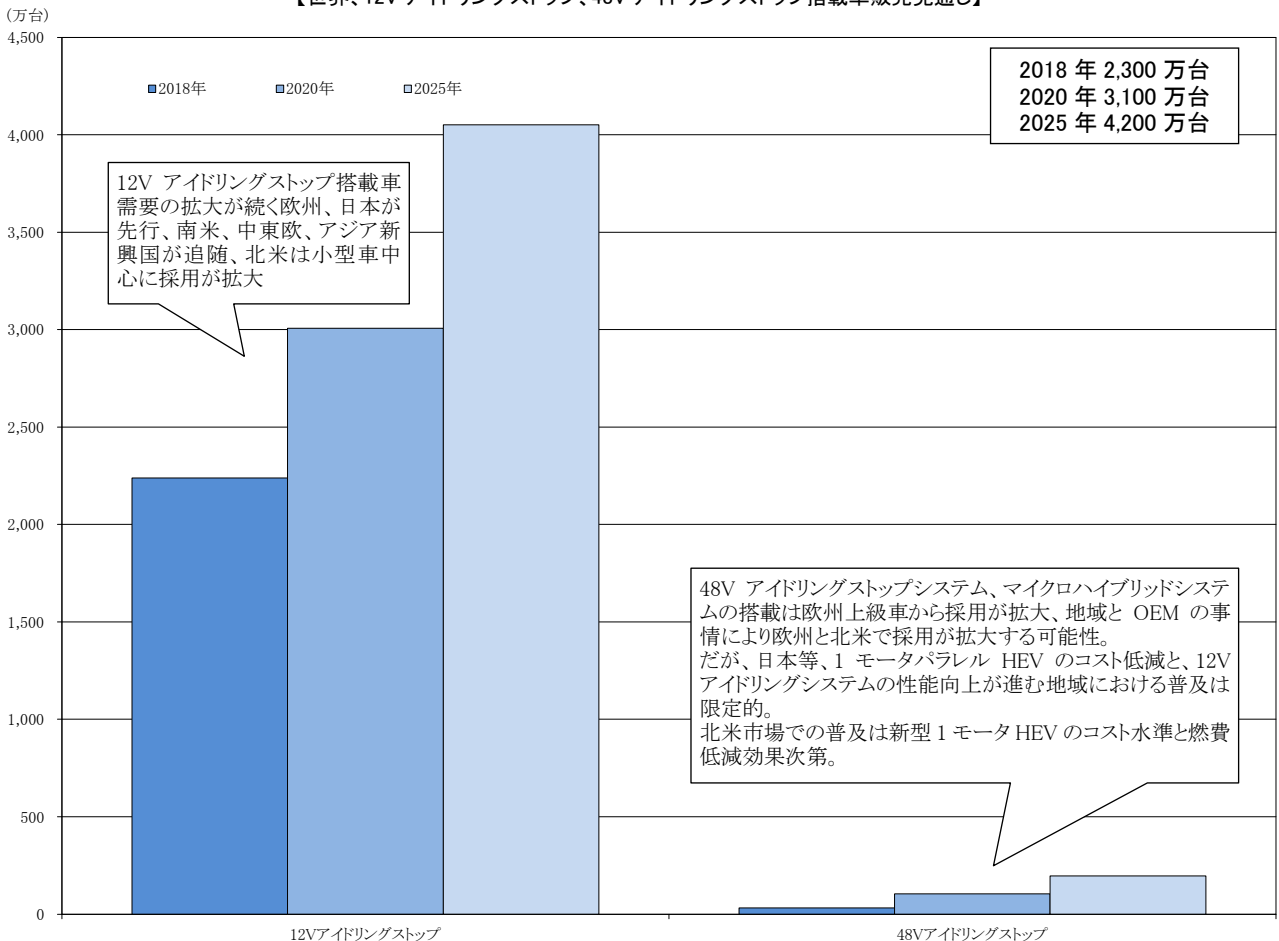
に、昇圧回路を使用しないことで、コントロールユニットの小型化、コントロールユニット全体の低コスト化を狙ったものとして注目される。

こうした観点から、世界の HEV/EV 投入計画をまとめると、HEV/PHEV/EV 分野では 50~200V の小型モーターを使用した小型コンピューター分野と 1 モータータイプのパラレルハイブリッドシステム分野で一つ、200V~400V 分野の 1 モーターパラレルハイブリッドシステムとそのプラグインハイブリッドシステム分野で一つ、400V~700V クラスの 2 モーターハイブリッドシステムとそのプラグインハイブリッドシステム及び上級 EV の分野で一つと、大きく 3 つの電圧帯で新製品の投入数が増大している。

12V アイドリングストップは標準化

一方、12V アイドリングストップシステムは内燃エンジンの燃費向上策と結びついて、標準化に向けて動き出している。12V のアイドリングストップシステムも、オルタネーターとスターターが分かれた従来タイプとスターターとオルタネーターが一体化したもの(スタータージェネレーター、モータージェネレーター)とに分類されるが、再始動時の電圧降下への対応の仕方では、強化バッテリータイプ、DCDC コンバータタイプ、補助バッテリー追

【世界、12V アイドリングストップ、48V アイドリングストップ搭載車販売見通し】



注)アイドリングストップには回生システムを含む

(FOURIN 作成)

加タイプ、キャパシタータイプとその組み合わせ等々を通じてアイドリングストップ性能の向上が進展している。

さらに、オルタネーターの制御を高度化して、エンジン始動時や制動時、コースティング走行時、登坂走行時、降坂走行時等の走行状況に合わせて、発電の停止や積極発電などの高度な制御方式の採用によって、発電能力と発電効率を高め、従来の自動車が行っていた廃棄していたエネルギーを電力に変換して蓄積し有効活用によって全体的燃費改善を図るものである。

エンジンと電気駆動の共存で問われる電動部品

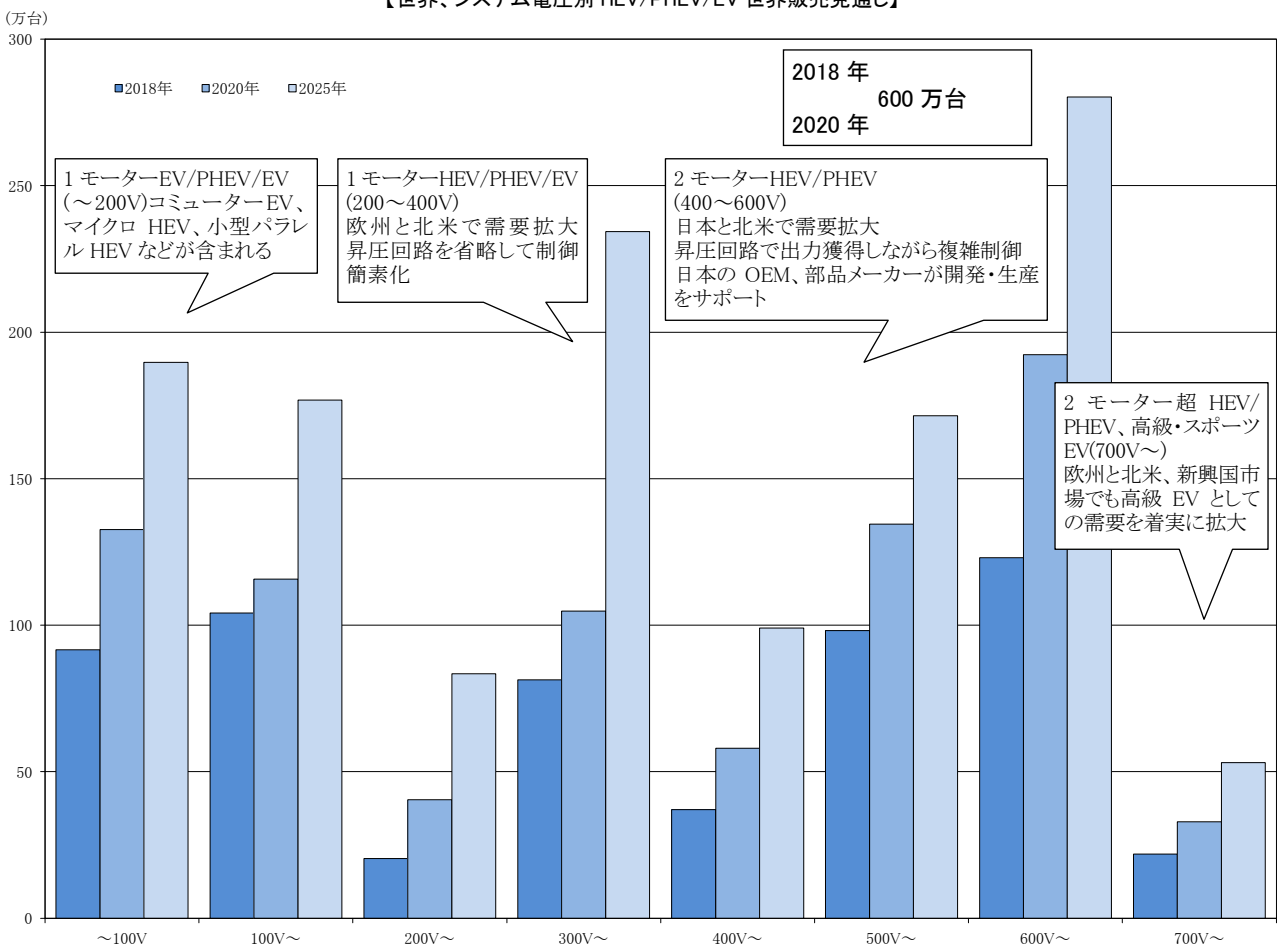
ただ、これらアイドリングストップシステムの採用は世界で進展しているガソリンエンジンのダウンサイジング直噴エンジンとそのターボチャージャーシステム採用、高圧コモンレールディーゼルエンジンとそのターボチャージャー、可変バルブタイミングシステム、可変バルブリフトシステム、バルブ駆動停止・気筒休止システムなどとともに搭載が拡大する。このため、エンジン停止と始動を頻繁に行いながら、エンジン駆動やエンジン吸気力に依存していた関連部品の起動力や駆動力を電力で補完しながら効率の良いエンジン制御を行う必要がある。

さらに、今後世界で統一される燃費基準と各モデルの

燃費確定に必要な走行モードは、これまで以上に一般で使用される走行状態に近い運転が求められる(34P 参照)。このため、アイドリングストップの標準採用と並行して、頻繁にストップするエンジン駆動を前提に、電動オイルポンプ、電動ウォーターポンプ、電動ブレーキブースター、電動ブースターボなど、多様な電動システムの採用が、従来から電力消費の大きなエアコン用電動コンプレッサー、電動パワーステアリングモーター等とともに必要になる。それはまた、48V システムの採用推進を目指す陣営の論拠にもなっている。とはいえ、発電電圧が12V か 48V か、さらに高圧システムを使用するHEV/PHEVにしても、エンジンと電気駆動との共存が必要な時代が、EV のコストが画期的に廉価にならない限り、継続することは避けられない。その結果、今後ますますアイドリングストップや HEV に装着可能な部品の需要拡大とこの分野のコスト削減圧力は高まる。

この新たな電動部品分野は既存の自動車電装品、電子制御部品メーカーにとどまらず、電機、電源制御、電池等の部品・材料メーカーの参入が見込まれる分野でもある。異なる発展を遂げてきた業界の優れた新技術や取引文化を取り込んで、直面する技術・コスト課題に対応していくことが自動車産業に求められている。(久保)

【世界、システム電圧別 HEV/PHEV/EV 世界販売見通し】



1 モーターEV/PHEV/EV (~200V) コミューターEV、マイクロ HEV、小型パラレル HEV などが含まれる

1 モーターHEV/PHEV/EV (200~400V) 欧州と北米で需要拡大昇圧回路を省略して制御簡素化

2018年 600万台
2020年

2 モーターHEV/PHEV (400~600V) 日本と北米で需要拡大昇圧回路で出力獲得しながら複雑制御日本の OEM、部品メーカーが開発・生産をサポート

2 モーター超 HEV/PHEV、高級・スポーツEV(700V~) 欧州と北米、新興国市場でも高級 EV としての需要を着実に拡大

(FOURIN 作成)