

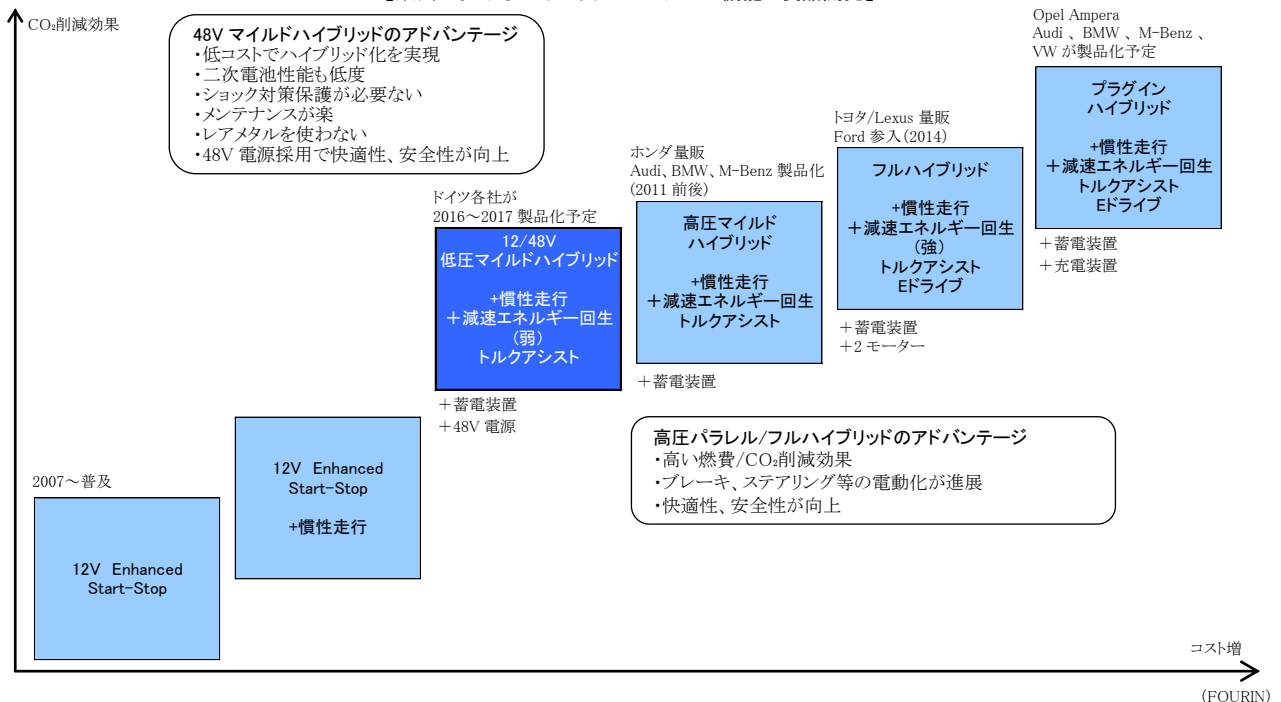
48V マイルドハイブリッドシステム、ドイツ勢が先導して規格化し普及拡大図る

欧州ではドイツ自動車メーカーのイニシアティブにより、48V ハイブリッドシステムの規格化と、普及に向けた準備が進んでいる。ドイツメーカーが構想するシステムは、48V のモータージェネレーターを採用したマイルドハイブリッド(FOURIN 注: 日本ではマイクロハイブリッドと称される場合が多いが、欧州の呼称を採用)システムで、二次電池を動力源とした電動駆動の機能を持たないが、12V オルタネーターに代わって 48V モータージェネレーターを搭載することで、エネルギー回生能力を図るとともにエンジン停止時にエアコン等の補器をモーター駆動する。これによってダウンサイズエンジンをベースに、エネルギー回生機能を高め、ターボの電動アシストなども加えることで15~20%の燃費向上効果を狙う。また、車載電気/電子系統の電圧を、従来の12Vと並行して、パワステや照明など電力需要の大きな部品を中心に 48V システムを使う二系システムにする。既に、Audi、BMW、M-Benz、Porsche、VW の 5 社が標準規格を策定、乗用車へのシステム導入を目指しており、早ければ 2016 年にも搭載車が市場投入される。

ドイツメーカーが導入を計画する理由は、①EU の乗用車 CO₂規制の 2020 年 95g 目標達成に必要なハイブリッドシステムの獲得、②高級車を中心とする車載電装品の電力需給逼迫への対応、にある。48V システムは、新たな感電対策が不要となる低電圧域を使ったハイブリッドシステムにより、1,500 ユーロ前後と、ストロングタイプのハイブリッドシステムに比べ低コストとすることで普及拡大が目指されている。

48V システムは、2013 年までに標準規格の策定を終え、製品化過程で該当する部品メーカーに対応を促し、ドイツ自動車産業が一丸となって導入を目指す構図である。だが、ドイツ自動車 5 社が標準規格を策定したことで、PSA が製品化を計画し、Volvo Cars も研究開発を進め、GM もまた製品化の動きを見せているところ、情報開示の面でドイツ以外のメーカーが蚊帳の外に置かれることを懸念する声も上がっている。日韓メーカーも、2013 年末時点では業界の規格づくりからは締め出されている状況だ。日本自動車産業は二次電池、駆動モーター、制御系等ハイブリッドシステムの製品化と量産化において先行してきたが、欧州のハイブリッド車販売は、日米市場ほど普及拡大に勢いがなく、特定のハイブリッドシステムに対する評価が定まっていない。今後ドイツ勢が共同で仕掛ける 48V マイルドハイブリッドシステムの規格化が奏功し欧州で普及が広がれば、世界のハイブリッド車開発における競争ポジションに変化が生じる可能性がある。

【欧州におけるハイブリッドシステムの機能と製品開発】



ドイツで 48V ハイブリッドシステム導入の動き

Audi、BMW、M-Benz、Porsche、VW のドイツ乗用車メーカー5社は2011年6月に、車の電力供給における48Vシステムの共同開発計画を表明した。48Vシステムはハイブリッド車への搭載計画が前提となっており、5社が協力してその標準規格を策定する構想である。ドイツメーカーが構想する48Vハイブリッドシステムは、マイルドハイブリッドで、二次電池を動力源とした始動時の電動駆動の機能を持たないが、直噴ターボのダウンサイズガソリンエンジンをベースに、エネルギー回生機能を高め、ターボチャージャーの始動アシストの実現などによって、15%程度の燃費向上効果を狙うものである。

日本で主流となったフルハイブリッドは300V以上の高圧電源を採用しているが、感電対策の必要のない60V以下の低圧のハイブリッドシステムが求められ、2009年からドイツの自動車業界内で議論が始まり、協力体制をとることになった。その後、5社による共同作業が進められ、2013年夏までに48Vシステムの標準規格(LV148)が策定された。それによると、電気/電子システムの電圧を従来の12Vに加えて、エアコンコンプレッサや照明など一部電装系機能に48Vシステムを使う、二系統並行システムにすることになっている。ドイツメーカーは手始めとして高級車

への同システム導入を目指しており、早ければ2016年にも48Vハイブリッド車として発売される予定である。

48Vシステム開発の背景とドイツメーカーの狙い

なぜ今、48Vシステムなのか。ドイツメーカーが導入を計画する理由は、主に2つある。第1にはEUの乗用車CO₂規制の2020年95g目標達成のためにハイブリッドシステムが必要となるためである。高圧コモンレールシステム、ターボチャージャー、ダウンサイズ、アイドルストップなどの技術により、ディーゼルエンジンの乗用車は燃費向上が進み、95g水準への適合の道筋は見えてきたが、ガソリンエンジン車は依然としてディーゼルエンジン車と比較して燃費水準が劣り、95g達成にはハイブリッドシステムなどディーゼルとは別の技術の導入が不可欠とみられている。自動車各社が近年製品化したEVの販売量は想定よりも少なく、商業的な成功とは言えず、普及の道筋は全く不透明となっている。各社とも航続距離問題や充電施設不備のインフラ問題を解消できるPHEVに戦略シフトしているものの、いずれもガソリンエンジンの代替になるとはみられていない。現実問題として、ガソリン車のハイブリッド化の方が有効とみられている。

第2の理由は、車の電力需要増加への対策である。

【ドイツ乗用車5社が、48V電力供給規格を策定(2013年)】

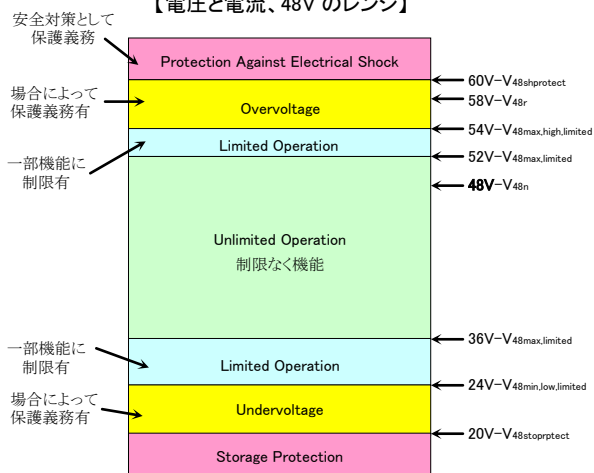
- 2011年6月、ドイツの乗用車メーカー5社が協力して車の48V電力供給システムを開発することで合意したことを表明。
- 参画5社:Audi, BMW, M-Benz, Porsche, VW
- 2009年頃から自動車業界内で48Vシステムの開発についての議論が始まり合意に至ったもの。
- 議論の最初は直流電圧60V以下の電圧を使うシステムを構想、協議した結果48Vが採用された。直流60V以上は人体にとって危険なため、規定により安全対策を施さなければならない。
- VDAの協力を得て、5社は2013年夏までに48Vシステムの規格であるLV148を策定した。
- LV148は既存規格のLV124を更新するもの。

(各種報道よりFOURIN作成)

【48V化対応が必要なシステム】

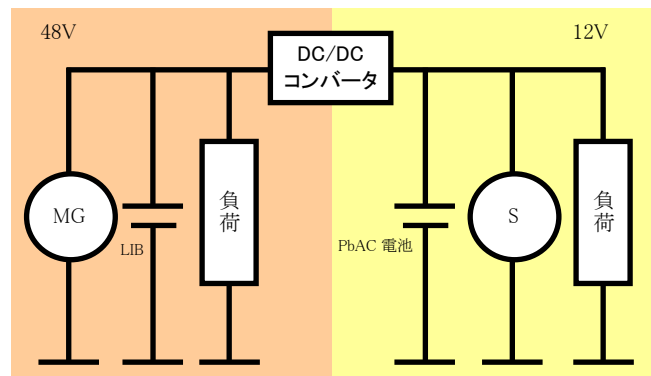
<48V>	<12V>
<ul style="list-style-type: none"> 48V ジェネレーターモーター 48V アクムレータ 電動 AC コンプレッサ クーリングファン 電動ヒーター リアウインドウヒーター エアブロー バキュームポンプ ウォーターポンプ 燃料ポンプ 電動パワステ ePDCC 外部照明 	<ul style="list-style-type: none"> インフォテインメントナビゲーション ラジオ/TV ディスプレイ コミュニケーション ビデオ 12V バッテリー エンジンマネジメント トランスミッションコントロール ブレーキシステム サスペンションシステム 安全システム 乗員保護、 ドライバーアシスタンス HVACコントロール

【電圧と電流、48Vのレンジ】



(LV148 規定より)

【48/12V システムの例】



システムは各社の提案や設計によって異なる。
LIB=リチウムイオン電池
MG=モータージェネレーター
S=スターター

(各社広報資料を参考に作成)

電動化や電子制御化が進む高級車を中心に車の電力需要が拡大しており、12V システムでは限界があるという。BMW によれば、7 シリーズの電力需要は 2008 年の 3kW 弱(平均値)から 2022 年までに 8kW に増えると予想される。かつて、2000 年前後に同様の理由から 42V システム導入のためのコンソーシアムが生まれ、業界を挙げた高圧システムへのシフトの動きがあったものの、計画が頓挫した経緯がある。だが、今回は車載リチウムイオン電池の開発などによって、実現性は高いとされる。また、42V 化では全システムの一括移行が検討されたが、今回は 12V と 48V のデュアルシステムが考案されており、低コストで実現しようという狙いがある。

ドイツメーカーは 48V システム導入を機に、マイルドハイブリッド車の開発を進めているが、モーター1 つのパラレルでもなく、2 つ使うシリーズ・パラレル式のフルハイブリッドでもなく、マイルドハイブリッドを選択する理由は、コストである。BMW と M-Benz が GM と共同戦線を張って

採用した 2 モーターのフルハイブリッド車は、商業的に失敗に終わり、再度チャレンジしようとする、開発製造コストが高いことがボトルネックになっている。欧州の自動車メーカーにとってフルハイブリッド車のコスト増は 3,000~5,000 ユーロなのに対し、48V ハイブリッドは 750~1,500 ユーロという。同様に CO₂削減効果はフルハイブリッド車が 15~20%のところ、48V ハイブリッドは 12~15%としている。相対的に低パフォーマンスだが低コストで実現する技術、ということは確かである。

欧州の自動車メーカーがハイブリッドシステム開発に力を入れる背景には、もうひとつ型式認証時のドライブモードが変更されることがある。時期や内容は確定していないが、2017 年前後には WLTC と言われる世界標準モードと、リアルドライビングモードと言われる、現実の走行に近づけたテストサイクルが導入されることで、法規導入の準備が進められている。Continental や Bosch によると、リアルドライビングサイクルの市街地走行モードで

【自動車メーカーの 48V ハイブリッドシステム開発動向】

メーカー	開発パートナー	搭載予定	開発動向
Audi	Continental	A8、A6	・2012 年 9 月に A7 ボディに 48V システムを搭載して iHEV として発表。A6 あるいは A8 等の大型車に搭載して発売する見込み。
BMW	n.a.	7 シリーズ	・量産化目指して開発中。7 シリーズ等大型車に搭載する見込み。
M-Benz	Bosch	E クラス	・量産化目指して開発中。
VW	Continental	Phaeton	・大型乗用車に搭載するシステムを開発中。搭載モデルは次期 Phaeton の可能性もある。
Volvo	n.a.	n.a.	・S60 車両でベルト式モーターの 48V ハイブリッドシステムを開発、実験中。
PSA	Valeo、Continental	208	・B セグメントの大衆車に搭載予定。Valeo によると、BCD セグメント向けのシステムを開発。Valeo は検討した結果、リチウムイオン電池開発を断念。リチウムイオン電池は Saft と開発協力。
GM	Continental	LaCrosse、Regal 他	・GM は eAssist の商品名でマイルドハイブリッド車を北米および中国で販売しているが、次期システムを 48V システムに変更する可能性がある。

(各種報道より FOURIN 作成)

【Continental、Continental の 48V ハイブリッドの CO₂削減効果試算】

	スタンダードサイクル		リアルドライビング	
	NEDC	WLTC	非市街地	市街地
(基本)				
12V Start-Stop	▼4.5%	▼2.4%	▼1.0%	▼3.6%
マイルドハイブリッド				
48V Start-Stop +電気/電子マネジメント	▼0.9%	▼0.5%	▼0.6%	▼0.6%
Extended Start-Stop	▼0.6%			
Extended Start-Stop+慣性走行		▼1.1%	▼4.3%	▼8.1%
エネルギー回生	▼7.0%	▼4.1%	▼3.2%	▼9.9%
回生機能強化(計算による)	▼1.6%	▼1.7%	▼2.4%	▼1.3%
12V Start-Stop に対する削減効果(削減率)	▼10.1%	▼7.4%	▼10.5%	▼19.9%
12V Start-Stop に対する削減効果(CO ₂ 排出量)*	12.1g/km	11.5g/km	12.6g/km	14.9g/km

VW Golf 6 車両で実験 *Golf 6 120g/km (NEDC)、130g/km (WLTC)

NEDC=New European Driving Cycle(現行の EU のテストサイクルモード) WLTC=World Light vehicle Test Cycle(世界標準テストサイクルモード)

(Continental プレゼンテーションより)

は、燃費/CO₂削減効果が高いことが報告されている。エネルギー回生機能や慣性走行時のエンジンストップが、燃費向上に大きく貢献するため、マイルドハイブリッドシステム導入による燃費/CO₂削減効果が高い。

48V ハイブリッドシステムの普及見通し

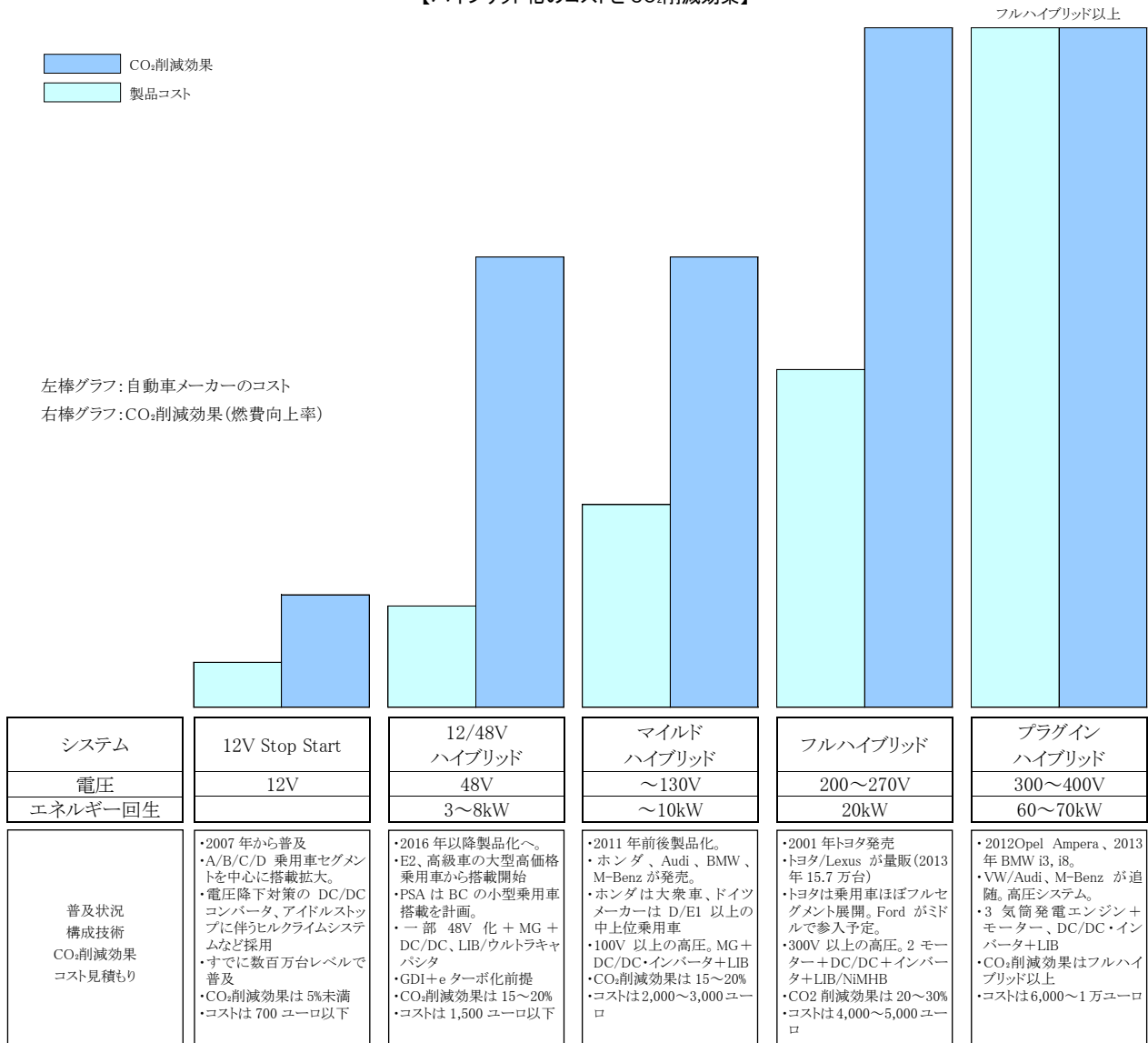
ドイツの自動車メーカーは 2016~2020 年の CAFE/CO₂規制適合の対処として、高級車を中心に 48V ハイブリッドシステムを採用する予定である。Audi、BMW、M-Benz は E2 以上の大型高級車については、市場を試しつつ、2016~2017 年に導入すると思われる。Bosch によると、現時点では 48V ハイブリッドシステムを採用するメリットは高級車や大型の SUV では明らかな効果が認められるが、C/D (E1 も含むと思われる) セグメントの中級製品ではそれほど無く、B などの小型乗用車ではさらにメリットが少ないという。また、乗用車の CO₂排出量削減効果を考慮すれば、普及への推進力は高いが、市場の

需要から見ると推進力は低いのが現状、と評価している。何らかの付加価値を加えるなどマーケティング上の工夫をしないと、自動車メーカーが目論むほど市場に受け入れられない可能性もある。また、関連部品の設計は全て見直しになり、部品メーカーはそれぞれ対応しなければならないが、低コストを狙いながらも、コスト増が読み切れないという現状もある。コスト増を抑制したシステムが完成されなければ、狙い通りのマイルドハイブリッド車も実現できない。

Bosch、Continental、Valeo、デンソーがシステム開発を競う

ドイツの自動車メーカーが主導して、規格作りと、業界上げての普及に向けた製品投入計画が進んでいるが、部品サプライヤーは、これまでの HEV や EV 向けのノウハウを活用して、システムサプライヤーが、モータージェネレーター、DC/DC コンバーター、48V リチウムイオン電池の開発で競っている。大手システムサプライヤー

【ハイブリッド化のコストとCO₂削減効果】



で、48V ハイブリッドシステムの主要部品を供給する Bosch、Continental、Valeo は自動車メーカーとの共同開発体制をとり、量産化に向けた積極的な動きを見せている。Bosch や Continental はドイツメーカーと協力しており、標準規格作りにも貢献している。また、デンソーもドイツの研究開発拠点を中心に開発を強化しており、ドイツ自動車メーカーとの共同開発を進めている。

Bosch はハイブリッドという言葉を用いていないが、48V システムとして、BRS (Boost Recuperation System) と名付けた、スタータージェネレーターを開発したほか、LiIon 電池、DC/DC コンバーターを開発しており、Bosch の BRS を採用すれば 48V ハイブリッド製品化が可能という。

Continental は 48V Eco System として、同様にスタータージェネレーター、リチウムイオン電池、DC/DC コンバーターを開発しており、第 6 世代 Golf に搭載して実験を

行っている。Valeo はドイツメーカーではないが、Peugeot 207 車両でデモ走行を行い、48V 対応を進めており、PSA 向けに納入する見通しである。

自動車メーカーの要請もあることから、スペックは固まっていないが、デンソーも加えて、4 社ともインバータを組み込んだベルト式スタータージェネレーターを開発しており、エネルギー回生機能およびモーターアシスト機能強化と、ターボチャージャーやブレーキの電動ブースターなど補機類の電動化を進めている。なお、Continental が SK Innovation との合弁で SK Continental e-motion を持ち、Bosch は GS ユアサと提携して電池開発・製造に関わる中、Valeo は二次電池開発を行わず、フランスの Saft と提携することになっている。

また、ドイツ部品メーカーの Hella や Eberspächer など新規参入組として、48V システムに必要となる DC/DC コンバーターを開発している。それぞれ照明機器や排気

【Bosch、BRS による 48V ハイブリッド対応】

<ブースト回生システム BRS (Boost Recuperation System) >

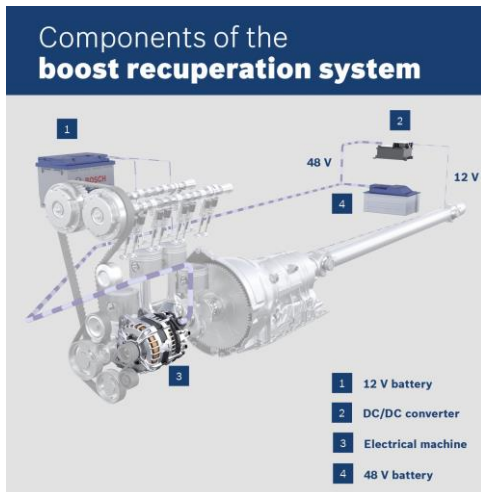
- Bosch は 2013 年 6 月、プレス向け技術披露の場で BRS を発表。
- エンジン出力を最大 10kW 向上させることが可能なほか、燃料消費量を低減し、CO₂排出量を 15%削減できる。
- BRS は 48V 対応のジェネレーター。BRS の減速時のエネルギー回生機能、トルクアシスト機能、コースティング (慣性走行) 機能により、ハイブリッド化が可能。リチウムイオン電池 (0.25kWh) を使用。

<BRS スペック>

Boost: 100kW Mech.@48V
 Recuperation: 12kW el
 Cranking Torque 57NM
 Speed max 20000rpm
 Weight: 7.8kg
 高効率 88%

<アドバンテージ>

- MOSFET 使用
- コスト効率の良い空冷
- シンプルなワイヤ (モーターとインバータ間のケーブルを無くす、センサーワイヤも無い)



(Bosch 広報資料、他より作成)

【Continental、48V Eco Hybrid】

• Continental は 2013 年 9 月フランクフルトモーターショー (IAA2013) にて 48V Eco Hybrid システムを出展。デモカーとして VW Golf (第 6 世代) に搭載して、データをとるなど研究開発を進めている。

- Continental はハイブリッドシステムとして従来 120V のシステム (GM 向け) を開発・製造してきたが、新たに 48V のアーキテクチャを開発した。

- 従来のベルト式スタータージェネレーター (BSG) にインバータを統合。DC-/DC コンバーター、リチウムイオン電池も開発。

: BSG: ピーク出力 10kW、水冷 (空冷も可能)

: LIB: 6.5-10Ah、12-13 セル、エネルギー密度 460Wh、ピーク出力 11kW (ディスチャージ)、14kW (チャージ)、電圧 48V、空冷 (SK Continental e-motion)

: DC/DC: 3kW

- Golf (1.2TSI、7 速 DCT) に搭載してテストを行っている。テスト走行距離は 1.3 万 km 超。

- Continental は 48V システムが 2020 年までに世界で年数百万台、2025 年までに世界で 1,000 万台規模の生産量になると予想。



(Continental 広報資料、他より作成)

系製品部門とは異なる独立部門として、エレクトロニクス事業部門を強化拡大しており、人材も投じている。

標準化攻勢と次世代ハイブリッドシステム革新

見過ごしてはならないのは、ドイツ 5 社が共同で標準規格を作成していることである。5 社といっても Audi と Porsche は VW グループ下にあるため、実質的に BMW、M-Benz、VW の 3 社共同作業と言って良い。48V システム構想は、すでに標準規格を策定済みで、今後の製品化の過程で該当する部品メーカーに対応を促し、ドイツ自動車産業が一丸となって導入を目指す構図となっている。だが、PSA、Ford、Opel、Volvo Cars、Valeo など他の欧州企業は標準規格作りに参画していない。また、日本と韓国のメーカーも同様で、現時点では業界の規格づくりから締め出されている状況である。

ハイブリッドシステムは二次電池、駆動モーター、パワーエレクトロニクス、補機類を含めて日本の自動車業界が製品化と量産化で先行してきたが、欧州市場においては、日米市場ほどの普及拡大の勢いはなく、まだハイブリッド車に対する市場の評価も定まっていない。規格標準づくりの共同戦線は、規制対応の側面から必須となるハイブリッド車に対する、出遅れたドイツメーカーの対日共同対抗策という見方も出来なくはない。今後ドイツメーカーが 48V システムで攻勢をかければ、欧州でのハイブリッド車の普及に弾みがつく可能性もあるが、同時に業界内のポジションが覆される懸念もある。次世代のハイブリッド車は、開発製造コスト、CO₂削減効果などの環境性能、走行性能や快適性なども含めた得られる効果など、総合的なメリットによって市場から評価されよう。コストと技術の総合力で日独がハイブリッドシステムの技術を競うことになる。

(田中)

【Valeo、48V ハイブリッドの Hybrid4All を開発】

- 2020 年 CO₂規制 95g/km 達成への提案として、Hybrid4All と名付けた 48V ハイブリッドシステムを開発。2012 年 9 月 Paris モーターショーにて発表。
- 48V システムを使用するモータージェネレーター。エンジン前部(補機駆動上)、トランスミッション後部、エンジンとトランスミッションの間のいずれにも設置可能。
- A、B、C セグメントの中小型乗用車向け。
- 廉価な解決策として考案。現在のハイブリッドシステムの半分のコストで、13~15%の燃費向上効果を得られるとしている。
- ベルト式の i-BSG と DC/DC コンバーターを開発。i-BSG はインバーターを統合。リチウムイオン電池を前提としている。
- Valeo は B セグメント向けシステムとしては、費用対効果から BSG は 6~8kW がベストとしている。
- リチウムイオン電池は開発しておらず、フランスの Saft と協力している。
- Valeo は Peugeot 207 車両 U1.6Turbo GDI、MT でデモ走行実験を行っている。
- Valeo によるとハイブリッドシステム(モータージェネレーター、インバーター、バッテリー、DCDC コンバーター、補機類)のトータルコストは現在のマイルドハイブリッドで 1,000~1,400 ユーロとしているが、年産 4 万ユニットならば 1,200 ユーロ強、年 15 万ユニットならば 1,000 ユーロ強、年 100 万ユニットならば 800 ユーロ弱と試算。
- Valeo は 2020 年までに世界の小型自動車(LV)市場でハイブリッド車は 10~12%、うちマイルドハイブリッドは 5%のシェアとなると予想。2025 年にはハイブリッド車 21%、うちマイルドハイブリッドが 9%と予想。欧州では 2020 年 21%、うちマイルド 10%、2025 年 36%、うちマイルド 17%と予測している。



Valeo:BSG

(Valeo 広報資料より作成)

【Hella、Start-Stop 用 DC/DC から 48V 対応システムを開発】

- Hella は 12V のアイドルストップシステム(Start-Stop)や、同システムの電圧安定化に使われる昇圧 DC/DC コンバーターを開発・製造している。
- アイドルストップシステムは北米で導入した Ford Fusion (2013MY) 向けに供給している。
- Start-Stop システム用の DC/DC コンバーターは 2007 年に欧州メーカー向けの供給を開始。2013 年春現在、年間 150 万個規模で生産している。
- 日本ではマツダ向けに供給。
- 慣性走行時に減速エネルギーを蓄電装置に回収する機構に向けても DC/DC コンバーターを開発している。
- Hella は 48V/12V システム用のハイパワーDC/DC コンバーターを開発中。
- 出力は双方向とも最大 3kW までとする。
- エネルギー蓄電モジュールも開発している。



Hella:DC/DC コンバーター

(Hella 広報資料より作成)

【Eberspächer、48V ハイブリッドシステムの DC/DC を開発】

- Eberspächer Control はプラグインハイブリッドや 48/12V ハイブリッド向けの DC/DC コンバーターを開発、2013 年 9 月 フランクフルトモーターショーにて出品した。



Eberspächer:
48V DC/DC コンバーター

(Eberspächer 広報資料より作成)