

どんなに壁は厚くてもやっぱり42V

42V なら、万事うまくいく。

モータにも発電機にもなるモータジェネレータを積んでいるから、信号待ちや渋滞でエンジンを止めても大丈夫。信号が変われば、モータの力を借りて、一瞬でスタートできる。これだけのことで、かなりガソリン代が浮くのだ。しかも減速時にエネルギーを回収してくれる仕組みまで付いている。またまたガソリン代が浮く。カーエアコンは電動なので、停車中でも使える。空調のためだけに、エンジンをかけっ放しにしておくことはない。フロントガラスの霜は、急速霜取り装置で一気に解消、シートヒータが付いているから、冬でも体はポカポカだ。雪が積もっていても大丈夫。電動4輪駆動がある。これらの多くは、電源を42Vにしたからできたこと。いいことづくめのはずなんだけど

[Part1] 42V の壁

部品のコスト高で停滞感・普及開始は2005年が一気に進むと見られていた42V化が、ここにきて停滞してきた。

計画の中断や先送りを決める自動車メーカーが出始めている。最大の要因は部品コストの高さだ。ただ、今後は続々と環境規制が強化される。そうなれば、多くの電動部品が欲しくなる。電力供給量の増大は必至だ。高級車では電力供給が限界に近い。やはり42V化に踏み切るしかない。「いつかやらねばならないことを、いつやるか」。この難問が今、自動車メーカーに突きつけられている。

やれば「いいことづくめ」だったはずの42V化。「2003～2004年には数社が製品を投入し、2007～2008年にも普及」といわれ、自動車メーカーはこぞって42V電源システム搭載車(42V車)の投入に向け動いた。先陣を切ったのはトヨタ自動車である。同社は2001年8月下旬に世界初の42V車「クラウンマイルドハイブリッド」を発売した。発売以降、約7カ月で登録台数は約2000台。目標は多少下回ったが、まずまずの数字と同社は判断している。だが、後が続かない。投入をもくろんでいたメーカーが、相次いで計画の中断や先送りを表明したのだ。2003年発売のSUV「Explorer」で42V電源システムを搭載すると発表していた米Ford Motor社は、42V電源を導入したExplorerの開発を中断した。2003年発売の高級車「7シリーズ」で42V化を図ると目されていたドイツBMW社も「42V電源搭載車(42V車)の実用化時期は2005年ごろ。2003年や2004年ではない」と発言、早期投入計画の見直しをうかがわせる。

2001年の「フランクフルトモータショー」などで42V電源搭載のコンセプトカー「HM-01」(図)を展示した富士重工業も「42V車の研究は続けているが、現状では実用化の計画はない」という。当面は、エンジンを発電専用にするシリーズハイブリッド車の開発に力を入れていく方針だ。同じくフランクフルトモータショーなどで42V車向けのコンポーネント「GDI-ISA」を公開していた三菱自動車工業も「現在は経営体質の改善が優先で、今のところ42V車を実用化する計画はない」という。どこからも、「42V化を急げ」との掛け声は聞こえてこない。

部品コストが高過ぎる

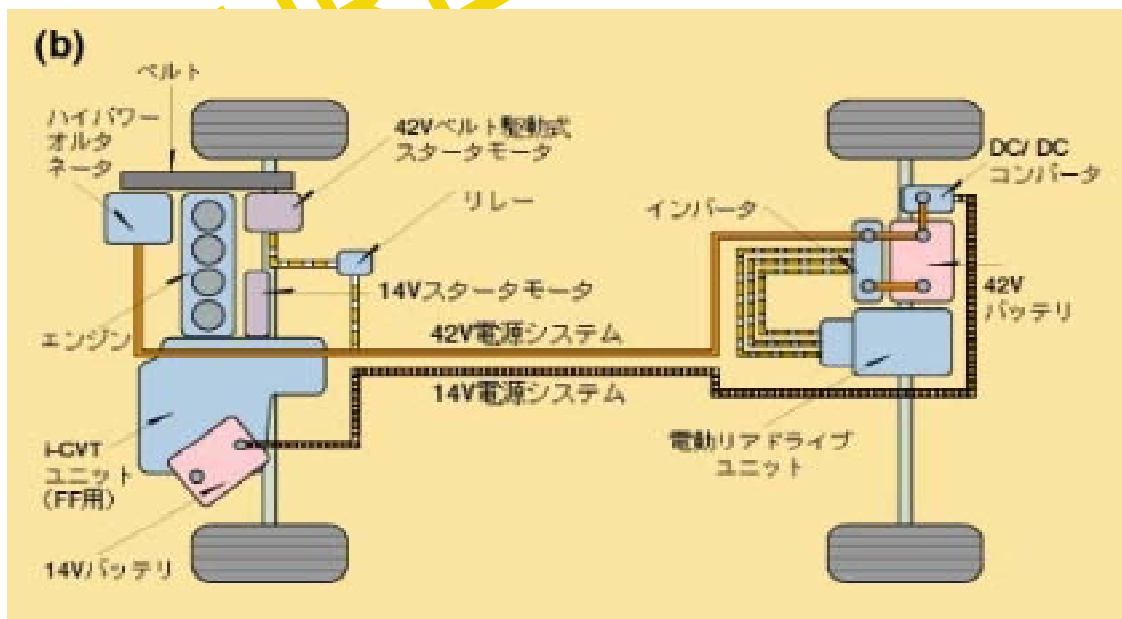
停滞の要因は、コストが掛かり過ぎることにあるようだ。

まず、14V系をすべて42V系に置き換えるには、かなりの開発期間、開発コストが必

要になる。部品コストもかさむ。盛んに量産され、値段も「こなれている」14V系の電気系部品を全面的に、当面は特殊品となる42V系部品に置き換えなければならないためである。例えば、インバータ。42V系を導入するメリットを生かすため数kWの高出力のモータを積もうとすれば、通常はインバータが必要になる。これが非常に高い。出力3kW程度のモータ駆動に使えるインバータの場合で2～3万円という。



マトクラフ



【図】2001年の東京モータショーやフランクフルトモータショーに富士重工業が出展した42V電源システム搭載のコンセプトカー「HM-01」

(a)のような小さな車体に(b)のような42Vの電源系と電動部品を搭載している。具体的に説明すると、従来のスタータモータとは違う42Vのスタータモータを搭載しアイドリングストップからのエンジン再始動に使ったり、従来より出力の高いオルタネータを搭載して減速時のエネルギーを回収できるようになっている。また興味深いのは、駆動輪とは違う後輪側に最高出力5kWの電動ドライブユニットを搭載し、プロペラシャフトを使うことなくFF車のプラットフォームのまま電気的な4輪駆動(4WD)を実現してしまっている点だ。

[Part2] 消費者にアピール

簡易ハイブリッドを軸に機能を付加して魅力をも高める

部品コストが高いのが悩みの 42V 車。導入すれば「ちょっと割高」になってしまう。

それを消費者に許容してもらうには、価格に見合った魅力を盛り込まなければならない。例えば、トヨタ自動車は「クラウンマイルドハイブリッド」の魅力を引き出すために、運転者に違和感を感じさせることなく、停車時にエンジンも停止させる仕組みを盛り込んでいる。簡易ハイブリッドのさらなる魅力向上に向かってモータジェネレータを高機能化する部品メーカーも出てきた。

消費者にとってみれば、自動車電源が 42V であろうと 14V だろうと、それはどうでもよいことだ。電源電圧を高くしても、そのこと自体は消費者にとって何のメリットでもない。特に導入期には、部品コストが高いため、42V 車の価格はどうしても割高になる。その価格差を納得してもらうだけのメリットを付加できなければ、いつまでたっても 42V 車は受け入れてもらえないだろう。

メリットとなりそうな装備は幾つかある。モータジェネレータを使った簡易ハイブリッドシステム、電動 4 輪駆動 (4WD) システム、電磁駆動弁、電動パワーステアリング、電動カーエアコン、電動ブレーキ、電動シャシーコントロール、フロントガラスの急速霜取り装置、シートヒータなどである。そのうち幾つかは、単独でもかなり魅力的だが 42V にしなければ達成できない。それ以外のものも同じに幾つかを盛り込もうとすれば、やはり 42V 化が必須となる。

ただ、開発期間、コスト、部品の供給状況などを考慮すると、現時点でできることは限られてくる。単独でも「売り」となる装備をまず導入するところから始めるというのが、現時点での現実解といえそうだ。複数導入するにしても、数を絞って導入することになるだろう。トヨタ自動車技術企画部主査の寺谷達夫氏は「メリットを引き出せるところから部分的 42V 化を進めていく」と言い、ドイツ BMW 社 42V 電源システム担当ジェネラルマネジャーの Andreas Goubeau 氏も「ユーザーメリットを考慮し、段階的に 42V 化を図っていく」との方針を明かす。

アイドリングストップが苦じゃない

大きなメリットとなりそうなものから部分的に導入するという手法を実践したのが、世界初の 42V 車「クラウンマイルドハイブリッド」(図) を世に送ったトヨタである。同社は、42V で駆動する部分を限定して価格上昇を 15 万円に抑えながら「通常のクラウンに比べて 10・5 モード燃費で 15 % 改善」「エンジン停止中でもカーエアコンが使用可能」というユーザーメリットを付与している。

この魅力を引き出すために搭載したのは、モータジェネレータ、電磁クラッチ、オートマチックトランスミッション用の電動オイルポンプ、42V バッテリ、モータジェネレータを駆動するインバータなどである。14V で駆動する部分も多く残っているため、42V 電源から 14V 電圧を作り出す DC/DC コンバータも搭載している。

燃費を改善するために採用した手法は、主に二つある。

一つは、モータジェネレータや電動オイルポンプを駆使して、停車時にエンジンを停止させても苦にならないようにしたこと。クラウンマイルドハイブリッドには「アイドリン

「グストップ」機能が付いており、停車すると自動的にエンジンが停止状態になる。再発進するためにブレーキから足を離してアクセルを踏めば、まずモータジェネレータが車輪を駆動し、同時にエンジンを再始動させる。こうすることで、エンジンをアイドリング状態にしておく場合と同様に、滑らかな発進を可能にしている。一般のクルマと全く同様に運転しているだけで、自動的に停車時の燃料消費が削減できるというわけだ。



【図】トヨタ自動車が開発した世界初の42V車「クラウンマイルドハイブリッド」。通常エンジンを搭載したモデルに対して10・5モードで燃費が15%向上。アイドリングストップ中でもエアコンが使える。価格は15万円アップ。

[Part3] 部品を見直す

量産効果を当てにせずあの手この手でコスト削減

42V車の普及を待っていたのでは、いつまでたっても部品コストは下がらない。

現在求められているのは、量産効果に頼らないコスト低減への取り組みだ。

部品点数の削減、部品の共通化などによってコストを下げる試みは既に始まっている。

この結果、例えばインバータでは3割以上も下げられるメドが立ってきた。

DC/DCコンバータでは、出力を小さくして低コスト化を図る検討が進んでいる。

42V車の問題は、価格が高いことである。その要因となっているのが高い部品コストである。対策の一つは、消費者のメリットを高めること。「割高だけのことはある」と消費者に納得してもらえればよい。だが、それだけでは当面、割高感という厚い壁は破れそうにない。

そこで重要になるのが、もう一つの対策である。割高になる根本原因である部品コストを下げることだ。42V車がどんどん普及し始めれば、黙っていても部品コストは下がる。

だがそれは、厚い壁を破った後でないとは期待できないこと。今必要なのは、量産効果に頼らないコスト低減策である。

インバータのコストを1/3に

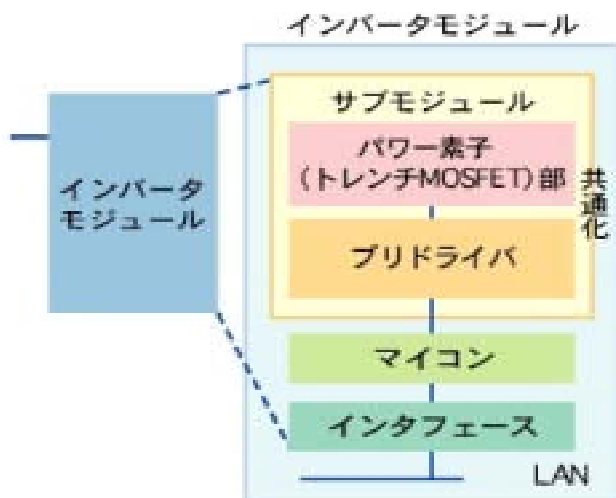
試みは、既に始まっている。例えば、インバータモジュール。出力 3kW のモータを駆動するもので 2 ~ 3 万円と、42V 電源システムの中でも特にコストが高いとされる部品である。このコスト低減に取り組んでいるのが日立製作所自動車機器グループ電装本部エレクトリックパワートレイン開発センタだ。同社は既に、インバータモジュールを従来より 3 割以上安くするメドを立てているという。2002 年中には第 1 弾として出力 5kW のモータまで駆動可能な最大出力電流 500A のインバータモジュールを製品化する計画。その約 1 年後には、出力 10kW のモータまで駆動可能な最大電流 1000A のインバータモジュールを製品化する予定という。

同社がコスト低減のために用いた手法は、共通化、低耐圧化、1 チップ化などである。

共通化については、インバータモジュール(図)を構成するパワー素子、プリドライバ、マイコン、インタフェースといったサブモジュールレベルで進めた。これらサブモジュールの中からパワー素子部とプリドライバの部分を取り出し、最大出力電流 500A までのものと最大出力電流 1000A までのものの 2 系列に部品を共通化している。

低耐圧化を図ったのは、パワー素子として使う MOSFET〔MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) 構造の電界効果トランジスタ〕である。この耐圧を 100V から 80V に下げた。MOSFET の場合、耐圧を下げるとオン抵抗 (MOSFET が導通状態になったときの抵抗) が小さくなる。それによって MOSFET の発熱量が減るため、チップ面積を小さくでき、その分コストが低減できる。

耐圧を下げることができた一つの理由は、MOSFET をスイッチングするプリドライバに、なだらかにオン/オフを切り替えるソフトスイッチング機能を組み込んだことである。モータのようにインダクタンスの大きな負荷を駆動する場合、MOSFET を急激にオン/オフすると電磁誘導によって 100V 前後の電圧が発生する。ソフトスイッチング機能を使うと、そうした電磁誘導によって発生する電圧の上昇を抑えられる。



【図】インバータモジュールをサブモジュールレベルで共通化 (日立製作所)

パワー素子部とプリドライバといったサブモジュールを取り出し、出力 6kW まで対応可能な最大電流 500A のものと出力 10kW まで対応可能な最大電流 1000A のものの 2 系列に共通化した。

42V 関連 NEWS

ドイツ Siemens VDO 社と米 Exide Technologies 社 42V 電源マネジメントシステムで提携

大手バッテリーメーカーの米 Exide Technologies 社とドイツ Siemens VDO Automotive 社は、14V および 42V の自動車用電源マネジメントシステムを共同で開発すると発表した。今回の共同開発で両社は、車両の電気エネルギーを最適に制御するシステムのソフトウェアや、バッテリーの充電状態/作動状態を検知するセンサなどを開発する。

42V 電源システム搭載車両の需要は、早ければ 2002 年から立ち上がり、2010 年には世界全体で 1300 万台に達すると期待されている。両社はまた、42V 電源システムおよび現行の 14V 電源システムをつなぐための 2 電圧システムの開発でも協力する。

東海理化、電流と耐久回数に応じた様々な 42V スイッチを提案

東海理化は、電流と耐久回数に応じた様々なタイプの 42V スイッチを同社のブースに展示した。同社は、スイッチに求められる電流や耐久回数、およびスイッチに許される大きさに応じて、直切り方式、ダブル接点方式、磁石方式、半導体スイッチ、半導体と機械式スイッチのハイブリッド方式といった方式を使い分けることを提案している。

例えば、電流が小さく耐久回数が少ないものに向いているのが最も低コストな直切り方式。同方式は、スナップアクションを用いたシングル接点タイプのスイッチである。同社は、この直切り方式のパワーウィンドウ用のスイッチを展示したが、同スイッチの仕様は、定格の電流値が 7A、耐久回数は 5 万回（保証）となっている。

直切り方式に比べてコストは高くなるが、もう少し電流が大きいものや耐久回数をもう少し多く取りたい場合に使えるのが、ダブル接点方式や磁石方式。同社によると、ダブル接点方式は電流で約 20A、耐久回数で 20 万～30 万回（パワーウィンドウ用スイッチに適用する場合）まで対応できる可能性がある。一方の磁石方式は、20～100A と大きな電流に対応できるのが特徴で、耐久回数はダブル接点方式と同じ 20 万～30 万回まで高めることが可能と見られる。また磁石方式の場合は、直切り方式やダブル接点方式と組み合わせることも可能で、それによってもっと大きな電流のものやより多くの耐久回数が求められるものへの適用も可能になる。

ただ、ダブル接点方式にしても磁石方式にしてもスイッチが大型化するためスペースの問題で利用できないケースも出てくる。こうした場合は、もっと小型のスイッチが必要になる。スイッチの小ささで優れているのが半導体スイッチ方式。耐久回数も自動車が必要とされるスイッチングの最高回数である 100 万回を上回る。ただ、現状ではコストが高いのが難点。そこで、大きさをそれほど犠牲にせずコストを抑えられるように同社が考えたのが、半導体と機械式スイッチを組み合わせたハイブリッド方式。機械式スイッチを一部に利用することで高価な半導体の使用量を減らすというものだ。



【図】アーク対策を施した直切り方式のパワーウィンドウ用スイッチ。定格の電流値が7A，耐久回数は5万回

42V 車向けに耐大電流のアルミ電解コンデンサを発売

松下電子部品は、電流に対する耐性を示す耐リプル性能に優れるねじ端子型アルミ電解コンデンサ「XC」シリーズを開発、2002年7月からサンプル出荷を開始する。42V電源を搭載したマイルドハイブリッドシステムや車載エアコンなどの、モータ駆動用インバータユニットの電源平滑回路に適する。耐熱性の高い電解液を開発するとともに、電極箔の収納面積を大きくして抵抗を下げるなどの工夫で耐リプル性を従来の2倍に向上させた。サンプル価格は1000円から。

大きさは直径35×高さ42～直径35×65。保証寿命は105℃で5000時間。定格電圧は直流100V。静電容量は1200～2000 μ F，リプル電流は12.0～17.0Arms（ただし，105℃，10kHzの場合）



【図】大電流に耐える車載用アルミ電解コンデンサ

42V 対応リレーを 3 種出品 松下電工

松下電工は、42V 電源システムに対応したリレーを 3 種類出展した。出展したのは定格制御電流が 10A、30A、100A の 3 種類。42V 対応で問題となるアークに対しては、10A タイプではダブル接点を用い、30A タイプでは磁石を用い、100A タイプはダブル接点と磁石を用いて対策を施した。同社は、こうしたリレーを順次製品化する計画。現在の予定では、100A タイプが 2003 年 1 月に、10A タイプと 30A タイプが 2005 年以降となる模様だ。

ちなみにダブル接点とは、固定側の二つの接点に対して可動側の二つの接点を同時に押し付けたり引き離す方式。接点を 2 カ所同時に開閉させるため、一般的なシングル接点方式と比較して、接点ギャップは倍になる。そのため、瞬間的に接点ギャップを増やすことができ、アークの遮断に役立つとされる。また、磁石を用いた方式は、アークの経路を磁力で曲げるというもので、アークの経路を長くすることでアークを消失させる。

100A タイプはサンプル価格で 5000 円となる見込みだ



[図]松下電工の 42V 対応リレー