



## 高電圧インターコネクタは、1つのサイズが全てに適合するわけではありません

電気自動車に待望の転換期が訪れました。ユーザーはEVを望み、規制は強化され、バッテリー価格は低下し、OEMは生産能力を強化しています。[ボストンコンサルティンググループ](#)によると、バッテリー電気自動車の世界的な市場シェアは、2020年は3%でしたが2035年までには45%に急上昇すると予想されています。

このEVアーキテクチャーへのシフトにより、一連の新たな課題が生まれています。インフラストラクチャーは上昇する電圧レベルをどのように制御できるのか。OEMは大量生産を拡大するためにコスト面でどのように設計を最適化すればよいのか。設計者は高電圧コンポーネントからの電磁干渉という問題をどのように解決できるのか。

それらの質問に対する答えの多くは、高電圧インターコネクタにあります。しかし、開発の初期段階では、多くのアプローチがあり、業界標準はほとんどありません。必要なのは、OEMが個々の設計要件に基づいて革新し、重量、質量、コストのためにインテリジェントに最適化する柔軟性です。なぜならば、1つのサイズがすべてに適合するわけではないからです。

すべてを繋ぐ

高電圧インターコネクタ技術は、EVにおいて重要な役割を果たします。HV配線とインターコネクタは、AC/DC充電器のインレットから車両のバッテリーに電力を供給し、その電力を車両のアーキテクチャー全体に分配します。これには、電気モーターやインバーターなどの大電力機器、エアコンや電気ヒーターなどの補助機器、ジャンクションボックスやバッテリー切断ユニットなどの電氣的に中心となる機器が含まれます。

電力を必要とする多くの機器に電力供給するための複雑なアーキテクチャーを作成するうえで、業界標準の設計や一般に受け入れられたテンプレートがないため、個々のOEMはアーキテクチャーについて独自の意思決定を行っています。各OEMは電動化技術に対する独自の要件を定めています。そのような仕様は、ブランドやモデルによって、またブランド内でもサイズや重量、車両に追加の電力を必要とする豪華装備があるかどうかといった要因によって異なる場合があります。

OEMにとって重要なのは、最も効率的で、安全で、最も信頼性が高く、最もコスト効率が高く、車両固有の要件に合わせてカスタマイズできるようなシステムの設計を支援し、完全な統合ソリューションを提供する技術的専門知識と包括的製品ラインを持つ電動化パートナーと協力することです。

課題

ハイブリッド車両は、フルEVに向けた進化における次の論理的ステップと考えられていた時期がありました。ボストンコンサルティンググループによると、現在、電気自動車を考えている消費者は、ハイブリッドモデルよりも完全な電気自動車を購入する可能性が高く、完全な電気自動車の販売はプラグインハイブリッドの2倍に及んでいます。

そのシフトは、OEMにとってアーキテクチャー面で大きな意味を持ちます。完全な電気自動車は、車両の車輪を駆動するためだけでなく、ガソリン車やハイブリッド車ではエンジンによって電力供給されていた他のすべての機器を動かすためにも電力を供給する必要があるからです。完全な電気自動車は、ガソリン車に電動化コンポーネントを取り付けるのとは違い、ゼロから再設計することになります。

内燃機関やハイブリッドから完全な電気自動車への移行には、ケーブルとコネクタを大きく重くし、高い電力レベルを扱う必要があります。そもそも車両のシャーシ内のスペースは限られており、大電力の配電システムによりサイズや重量が増すことで、車両のパッケージング設計に大きな課題が生じます。

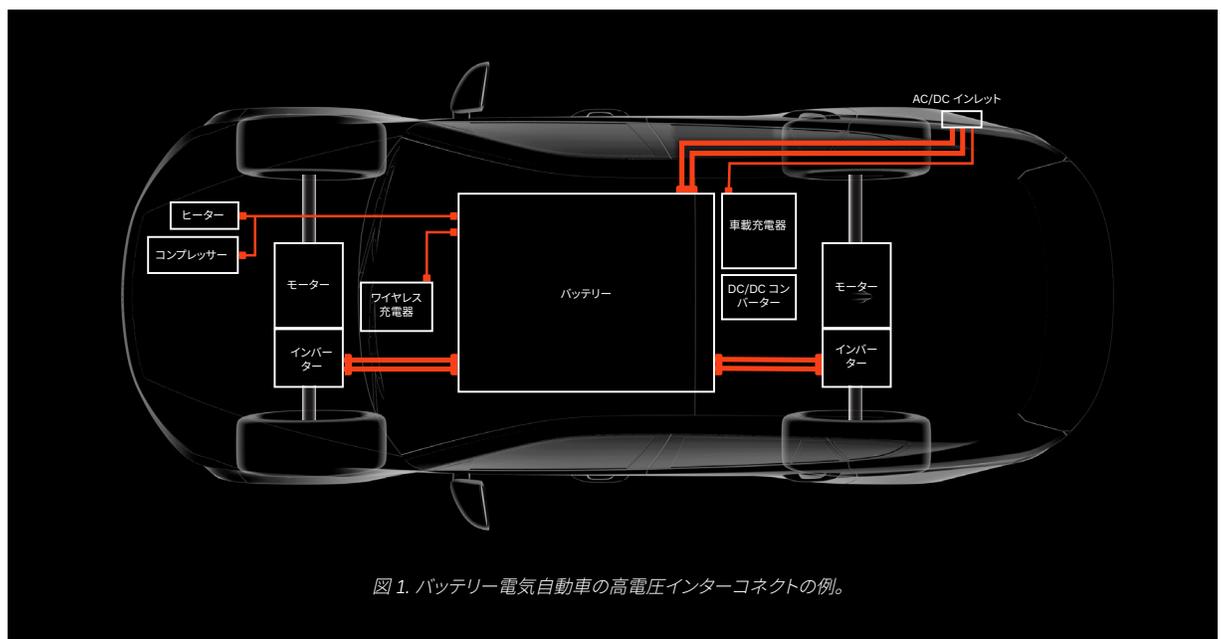


図 1. バッテリー電気自動車の高電圧インターコネクタの例。

他の大きな傾向は、「航続距離の不安」として知られる問題に対処するための、バッテリーのサイズと重量の増加です。EV の販売を遅らせている最大の要因の1つは、EV の航続距離が短く、最も近い充電ステーションから遠く離れた場所でバッテリーが切れるという最悪のシナリオに至るといふ不安です。

OEM は大きく重いバッテリーを搭載しようとしているため、他の電動化システムを収容するためにスペースを空けることが優先され、増加した重量をより軽く小型のコンポーネントで相殺することが必要です。

良い知らせは、軽量化、ケーブルやスプライスの数の削減、電動化コンポーネントの小型化を実現し、車両の組み立てがより安全かつ複雑でなくなるような高電圧インターコネクタで電力を供給するための、革新的な方法があることです。

### シールド、配線、コネクタ

OEM が直面しているアーキテクチャー上の決定すべき点としては、ケーブルを電磁干渉からシールドする最善の方法、コネクタとその他の電気部品的设计と安全仕様、配線を銅とアルミニウムのどちらにするか、スプライスコネクタなどの手法により配線全体の量を減らす方法などがあります。

#### シールド

高電圧電気コンポーネントは従来の配線よりも複雑で、特に電磁干渉からコンポーネントをシールドするのが難しくなります。大電力はより強い電磁ノイズを発生し、OEM は各ケーブルをシールドで覆ってその干渉を防ぐ必要があります。

シールドには4つの基本的なアプローチがあり、具体的なユースケースごとに、それぞれにメリットとデメリットがあります。



**単芯シールド**は、補助コネクタと電力変換の両方で、今日最も一般的なアプローチです。各ケーブルは金属の編組で覆われ、柔軟性を保ちつつシールドを形成します。単芯シールドではケーブルの配線と曲げが容易で、ハーネスメーカーによる組み立ても容易です。



**多芯シールド**は、複数のケーブルを1つのシールドで覆うため、単芯よりも太く曲がりにくくなりますが、配線と接続を単純化できます。多芯シールドは補助コネクタ用に最も広く利用されています。



**バンドルシールド**は、電線全体を編組で覆いシールドします。バンドルシールドは、その大きさ、重量、柔軟性の欠如により、多芯と同様に単芯よりも一般的ではありませんが、ケーブルの長さや用途によっては、高いシールド性能を低コストで提供できます。



**非シールドケーブル**も一部のハーネスではコストを最適化するための選択肢の1つとなります。この方法は、シールドされていない電力網インフラストラクチャと接続し、主に自動車が走行していないときに使用される、充電ハーネスなどの用途で有効です。他のハーネスにもこの方法を使用できますが、コストメリットと追加の機器干渉軽減とのバランスをとる必要があります。

明らかにさまざまなシールドオプションがあり、OEM は、用途にとって必要であれば、より高性能で強力なシールドを選ぶことができます。言い換えれば、シールドの種類と強度は具体的なユースケースに依存するという事です。

### 配線

電動化システムにとっては1グラムであっても重要です。システム全体の配線を最適化することが重要なのはそのためです。これは、高電圧だけでなく、文字どおり車両内の数百もの低電圧電気コンポーネントにとっても同様です。Aptiv は、洗練された最適化手法を使用して、低電圧配線の重量を10% 減らし、150メートル分の配線をなくす方法を、あるOEM に提案することができました。別のケースでは、あるSUVメーカーが、300メートルの配線をなくすことで、その配電システムの重量を15% 減らすことができました。

軽量化のための1つの方法は、銅からアルミニウムのケーブルに変えることです。以前はアルミニウム電線と銅製端子の接続部の腐食が課題でしたが、OEM は腐食を防止するためにアルミニウム配線に軽量コーティングを施すことや、端子のめっきを利用できます。銅の電線を置き換えることでケーブルを50% も軽量化し、コストも削減できます。

ケーブルを減らすことでコストも削減するためのもう1つの方法は、スプライス コネクタを導入することです。このシナリオでは、バッテリーの1つのコネクタで複数の補助デバイスに電力供給できるため、下流のスプライス センターが不要になり、コネクタの総数と配線の量が減ります。

スプライス コネクタと高電圧補助コネクタを併せて導入することで、OEM は車両に電力を供給するために必要な接続の総数を減らし、アーキテクチャー上のメリットを得ることができます。

### バスバー

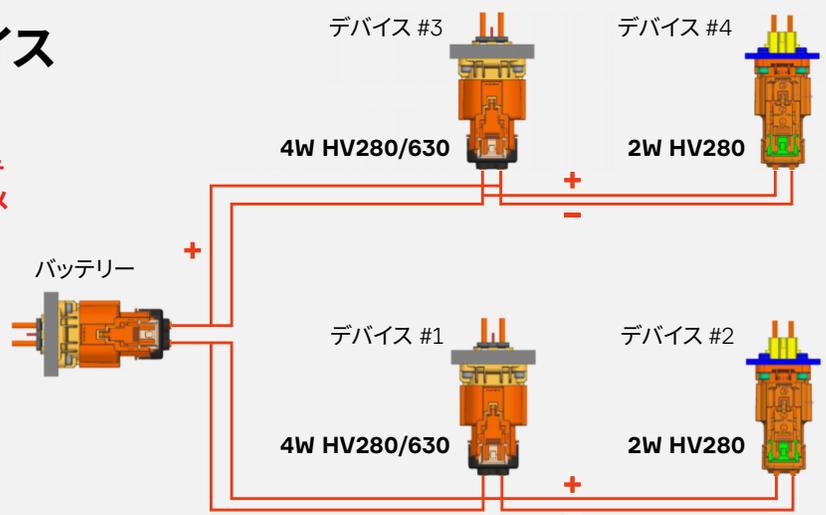


軽量化は、配線における重要な設計上の留意点ですが、スペースの制約も1つの要素です。成型されたバスバーは、丸いケーブルの1つの代替手段であり、パッケージング上のメリットをもたらします。自動的な組み立ても容易になり、品質と一貫性が向上します。Aptiv は、バスバーの熱膨張とシールドの課題に対処するため、独自のインターコネクタ設計ソリューションを開発してきました。

## 4 極およびスプライス 接続

4 極/スプライス コネクタは、アーキテクチャーの接続の総数を減らすためのメリットを提供します。

- 1つのバッテリーコネクタで、複数の機器に電力供給
- 下流にスプライス センターは不要



## 端子

端子には2つの種類があり、どちらを選択するかは車両アーキテクチャーの具体的な設計に大きく依存します。ピンとスリーブを使用した設計は、重量は重いですがコンパクトです。ボックスとブレードを使用した設計は、薄く生産が容易でバスバーに容易に接続できます。

### 安全な嵌合方法

振動、段差、穴、軽い追突事故などに常にさらされる自動車に高電圧の電力を供給するうえで、車両を組み立てる人、修理する人、運転する人を含め、すべての人にとって安全が最も重要です。

組み立ての点では、高電圧インターロックループ技術 (HVIL) が、接続が安全に完了されていることを確実にします。HVIL は、作業者が誤ってコネクタを外した場合に電力を遮断する回路ブレーカー システムであり、インターロックが切断された場合に機器が自動的にかつ安全に電力を遮断できます。一部の OEM はシステムレベルでそのような問題を検出する方向に移行しています。

高電圧で使用される大型のコネクタでは、レバーまたはスライダー機構を使用するなど、嵌合および嵌合解除方法に、小型のコネクタでは必要ないようなイノベーションが必要です。各 OEM には独自の好みがあり、さまざまな考慮に基づいています。たとえば、接続にネジを使用する場合には個別の工具が必要ですが、トルクを測定できトレサビリティを確保できます。レバーを使用することはシンプルですが、レバーを回転させるのに十分なスペースが必要になります。スライダーを使用するにもスペースが必要ですが、一方向だけでよく、スペースが限られている場所で最大限の圧力面を提供します。

そのため、すべての意思決定は車両の設計と、どの方法が OEM に機械的メリットをもたらすかに依存します。



目標は、絶対確実に接続がロックされ、悪い走行条件下でも接続部が緩むのを防ぐためのテクノロジーが採用されていることです。

### HV 補助コネクタ

車両プラットフォームが内燃機関から切り替わるのに従って、一般にエンジンによって電力供給されていた車両機器は高電圧ネットワークにシフトしています。一部の 12V 機器も、より効率的に動作するために高電圧にシフトしています。通常は 100 アンペア未満を必要とするヒーター、電気エアコン、車載充電器、一部の DC/DC コンバーターといった機器がこれに該当します。高電圧補助コネクタに関して、OEM は、必要な電力を提供しつつ最低限のスペースに収まり、重量を削減することができる、コンパクトなパッケージングを望んでいます。



補助機器用には、単芯シールド、多芯シールド、バンドルシールド、非シールドのシステムなど、多くの種類のコネクタソリューションがあります。4極およびスプライスコネクタは、1つのコネクタで複数の機器に電力供給することで、コストと配線を削減するための革新的な方法となります。アーキテクチャー固有の特性に基づき、これらの設計上の意思決定に対して OEM ごとに異なるアプローチを採用する可能性があります。

OEM にとってもう1つの重要な考慮事項が、コネクタが高レベルの振動に対応できることです。この問題は、振動が端子接続の確実性が時間とともに失われて劣化し、微細摩耗が電氣的抵抗を増加させることです。今日の EV は、摩耗する可能性がある可動部品が少なく、内燃機関を搭載する車両よりも長持ちすることが期待されているため、コネクタも長持ちする必要があります。

### 電力変換コネクタ

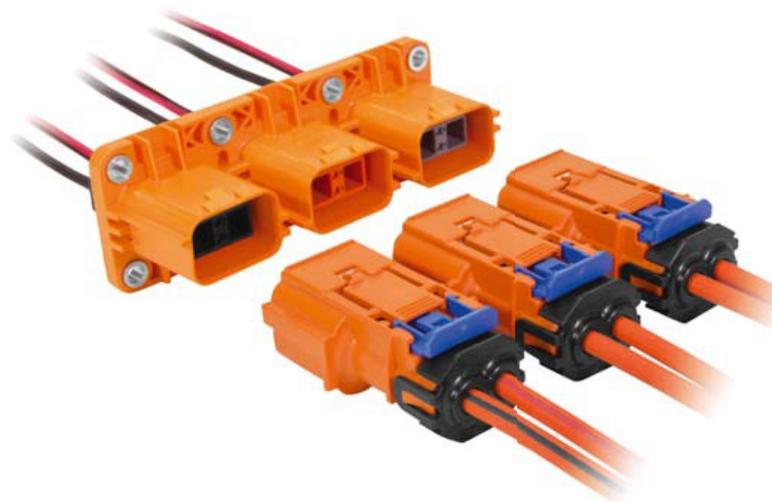
車両内のその他の機器は、動作する為にさらに大きな電力を必要とします。電動モーター、バッテリー、インバーター、一部の DC/DC コンバーターなどの電力変換機器は、最大で 400A を必要とすることがあります。電力変換機器のインターコネクタの形状と構成にはさまざまなバリエーションがあり、プラスチック製や金属製のパススルー、ストレートまたは直角コネクタ、1極、2極、3極構成、単芯、バンドル、非シールドなどがあります。高い電流レベルでは、適切に設計された安全なコネクションシステムを使用し、温度、振動、防水、シールドに関して高い性能を持つことがさらに重要になります。ここでも、設計上の意思決定は、1つのものですべてに適合するものではなく、すべては車両の特定のアーキテクチャーにとって最も道理にかなっているものが何なのかによって依存します。

もちろん、これらのアーキテクチャー上の意思決定のどれも切り離して行うことはできません。これらすべてが、コンポーネント間の統合の最適化、コスト削減、スペース削減、軽量化を狙った包括的な設計戦略の一部です。そして、OEM は、特に組み立てをできるだけ自動化したいという点に照らして、これらの設計上の意思決定により車両の組み立てがどのように簡略化されるかを考慮する必要があります。

### 将来性のある 1,000 ボルトのインターコネクタ

バッテリー技術は急速に向上しているため、OEM は、航続距離を伸ばすためにより多くの電荷を保持できる新しいバッテリーを車両に搭載しています。一般的な車両バッテリーは、50 kWh の電力を供給してきましたが、エネルギー密度が上昇しバッテリー コストが急速に低下するにつれて、将来のバッテリー容量は 200 kWh に上昇します。

容量の増加は、航続距離の不安をなくすためにユーザーにとって嬉しいことであり、加速性能も向上しますが、妥当な時間内にバッテリーを充電することが課題となります。OEM は、電流と電圧のいずれかまたは両方を増加させることで、充電時間を短縮できます。



より大きな電流には車両に大型のケーブルが必要となり、コスト、スペース、重量が増加します。そのため、メーカーは電圧を高めることも選択肢として検討しています。

たとえば、単純な比較として、100 kWh のバッテリーパックを搭載する EV を 250A および 400V で充電すると、80% まで充電するのに約 48 分かかります。800V のシステムでは、この時間は半分になります。

高電圧システムではより急速な充電、少ない熱、細い電線と薄いバスバーが実現されます。

電圧を高めることは、コンポーネントが端子間と、端子およびグラウンド/シールド間で安全な距離を持つように設計する必要があることを意味します。設計では、空中の空間距離と表面上の沿面距離も考慮する必要があります。これは、アーク放電を防ぎ、微小電流が端子間で流れるのを防ぐためです。

Aptiv の幅広い高電圧インターコネクタ接続テクノロジー ポートフォリオは 1,000 ボルトに対応するように設計されているため、OEM は、今後数年のニーズを満たすことが保証された最新のバッテリー テクノロジーを今すぐ搭載できます。

### OEM が求めるべきこと

ガソリン車から完全な電気自動車への移行に成功する OEM とは、安全で、効率的で、コストパフォーマンスに優れた、大量生産に拡大できる電動化の開発を最もうまくこなす企業です。

より大きく重いバッテリーに対応する要求を、高電圧インターコネクタや電動化インフラストラクチャのその他の部品のサイズと重量を減らすことで相殺するという課題に対処する、万能のアプローチはありません。

OEM は、これらの課題に個別に対処するのではなく、車両全体またはシステムレベルのアプローチを開発するために必要な経験、イノベーション、カスタマイズを提供する電動化テクノロジー プロバイダーと提携することを検討すべきです。

電動化とはバッテリーと高電圧インターコネクタにとどまらず、低電圧アーキテクチャーと高電圧アーキテクチャーにまたがるシステム全体の最適化であることを Aptiv は理解しています。Aptiv は車両の電動化における世界的なリーダーであり、世界中での製造設備での高いレベルの垂直統合を含め、提携することで充電ケーブルからインレット、ハーネス、バスバー、コネクタ、ジャンクションボックス、バッテリー切断ユニットに至るまで、あらゆるものを提供できます。Aptiv は、一体型コネクタ スプライス テクノロジーなど、独自の価値を提供できます。当社は銅からアルミニウムハーネスへの移行におけるリーダーであり、統合と接続性の大きなメリットを提供するため、コネクタとケーブルの両方を提供しています。最も重要なことは、高電圧インターコネクタが完全な電動化と次世代車両の電子アーキテクチャーにどのように適合するかについて Aptiv が独自の見識を持っていることであり、それがスマートビークルアーキテクチャー™アプローチに体现されています。

## 著者について



**Matthias Brands**

高電圧インターコネクト部門グローバル プロダクト ライン マネージャー

Matthias Brands は、Aptiv で高電圧インターコネクト製品ポートフォリオを率いると共に、EMEA 域で充電インレットと充電ケーブルを担当しています。Aptiv でのキャリアを 2009 年にスタートし、エンジニアリングと製品ライン管理においてさまざまな職務を経験しています。



**Christian Fourier**

信号および電力ソリューション部門エンジニアリング マネージャー

Christian Fourier は、バッテリー電気自動車の急成長する市場を支える、Aptiv の高電圧インターコネクトポートフォリオのグローバル エンジニアリングを率いています。Aptiv のエンジニアリングでのキャリアを 17 年前にスタートし、プログラム管理、高度な開発、製造、製品エンジニアリングにおいてさまざまな管理職を務めています。

詳細については、[APTIV.COM/E-MOBILITY](https://www.apativ.com/e-mobility) をご覧ください →