

## 充電インレットが EV のイノベーションに不可欠な理由

電気自動車の外観を見たときに、それがガソリン車でなく、EV であるとわかる手がかりはわずかしかなかった。それはマフラーがないこと、フロントグリルがないこと、そして充電インレットがあることです。

インレットはユーザーが頻繁に操作するコンポーネントであり、毎日使用する可能性があります。そのため、ユーザーの好みを形作り、EV を安全に保ち、EV の継続的利用を促進させるうえで重要な役割を果たします。

最適なインレットとは、大型バッテリーが要求する電力を充電する回数を減らし、ユーザーの航続距離への不安を解消するのに役立ちます。また、柔軟性、拡張性、耐久性を念頭に設計され、OEM がその技術を世界中の車両に適用できるようになっている必要があります。また、組み立てが容易で、整備や必要に応じた交換が簡単にできる必要があります。

つまり、充電インレットは、EV の普及と OEM の EV での長期的な成功の両方に、きわめて大きな影響を及ぼすコンポーネントなのです。

### 中心的な役割

EV のユーザーのほとんどは、今後の数年で初めて EV を購入することになるでしょうが、充電インレットは新たな体験の中心となります。もはや、ドライバーはガソリンスタンドに立ち寄り、数分で給油して立ち去るという時代ではありません。今日の EV のドライバーは長い充電時間に適応する必要があり、その時間は急速充電ステーションで 20 ~ 60 分、自宅での充電ではさらに長くなります。

自動車メーカーもさまざまな課題に直面しています。OEM が、大型バッテリーを車両に搭載することでユーザーの航続距離への不安を解消する中で、充電時間を短く抑えるために高レベルの電力を安全に供給でき、充電速度を最適化するための温度をモニタリングするインレットも必要です。同時に、組み立てと取り付けが容易で、各地のさまざまな規格、電気アーキテクチャー、車両プラットフォームといった幅広い要件に適応可能なインレットを求めています。

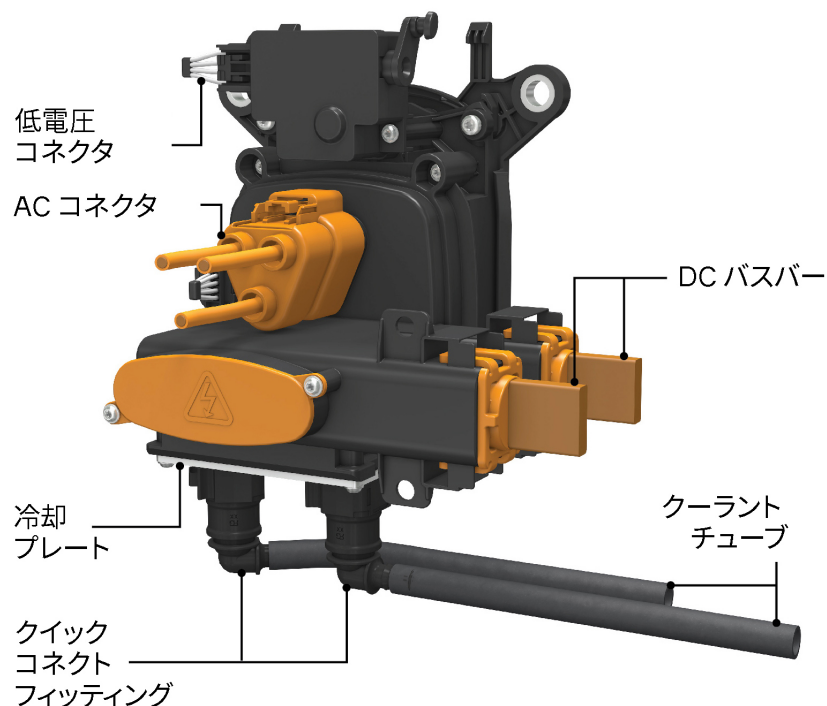
さらに、OEM はインレットの耐久性についても考慮する必要があります。技術者は、ワイヤハーネス全体の交換といった、複雑で費用の掛かる修理手順を避けることができる整備しやすい設計を求めています。

EV テクノロジーを決定付ける要素として、インレットにはこれらすべての課題に対応できるインテリジェントな設計アプローチが必要です。

### 急速充電

ほとんどのインレットは、充電用の 2 つのインターフェイスを備えています。1 つ目のインターフェイスは、AC 電力を DC に変換し、バッテリーを充電する車載充電器へ電力を供給します。この方式は通常 11kW と低いアンペア数に制限されているため、フル充電には何時間もかかります。一方、2 つ目のインターフェイスは、DC 電力を使用してはるかに速くバッテリーを充電し、今日の車両では多くの場合 1 時間以内に充電できます。

## モジュール式充電インレット



急速充電にとって最大の障害は熱です。電流が導体を流れる速度が速いほど多くの熱が発生します。多くの OEM は、現在 500A の連続 DC 充電、将来的には短時間で 800A 以上を許容することを要求していますが、この電流レベルでは、熱を適切に管理しないとコンポーネントを損傷する可能性があります。この課題に対処するために OEM が使用できるツールが 2 つあります。

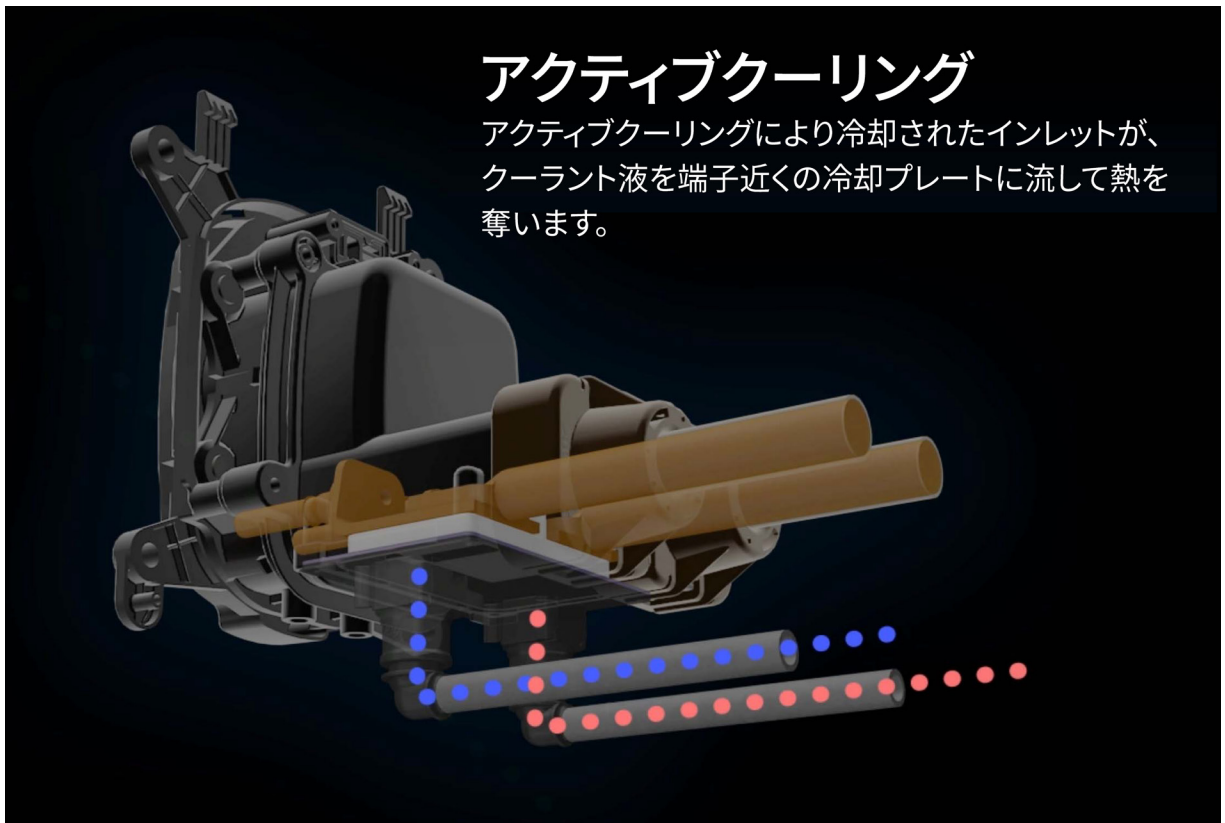
### 温度センサー

1 つめのツールは、正確で迅速な温度センサーです。一般的な規制では、端子に触れる可能性があるユーザーを保護するために、端子全体の温度が 90°C を超えてはならないことが規定されています。高度な温度センシング技術により、システムは端子温度を正確に計測し、端子が 90° の制限を超えて熱暴走することを防ぐことができます。

正確な温度センシングフィードバックをシステムに提供することも、バッテリーに最大限の充電電力を供給するうえで不可欠です。課題は、温度センサーが充電インレットに組み込まれていても、電気絶縁要件によりセンサーを熱源に直接取り付けられないことです。そのことにより時間遅延が生じ、熱源での温度とセンサーでの温度に差が生じます。

正確なデータがないと、充電システムは限界まで性能を発揮できません。充電システムソフトウェアは、時間遅延と温度の不一致を考慮して、充電速度を控えめに制御する必要が出てきます。

設計によってはこれらの制限を補正することができ、3°C という精度を実現し、時間遅延も無視できる程度になります。このような設計では、システムソフトウェアがリアルタイムな適応型の充電を実現し、常に最大の電力を供給します。



## アクティブクーリング

アクティブクーリングにより冷却されたインレットが、クーラント液を端子近くの冷却プレートに流して熱を奪います。

## 冷却

急速充電により発生する熱に対処するために OEM が使用できる 2 つ目のツールは、冷却技術を採用することです。多くの充電ステーションは装置内で冷却を行っています。車両側の DC 端子とバスバーが位置するインレットには実際の効果はほとんどありません。もう 1 つの課題は、業界標準の DC 端子ピンのサイズが、OEM が将来的に求める充電レベルを満足するよう設計されていないということです。より大型のケーブルを追加するだけでも、ピンから放熱することができますが、端子とケーブルの大きさが一致しないため、それは一定程度しか有効ではありません。

将来必要になる電力レベルを実現するには、電源端子の冷却が必要です。冷却にはパッシブクーリングとアクティブクーリングの二つの方法があります。

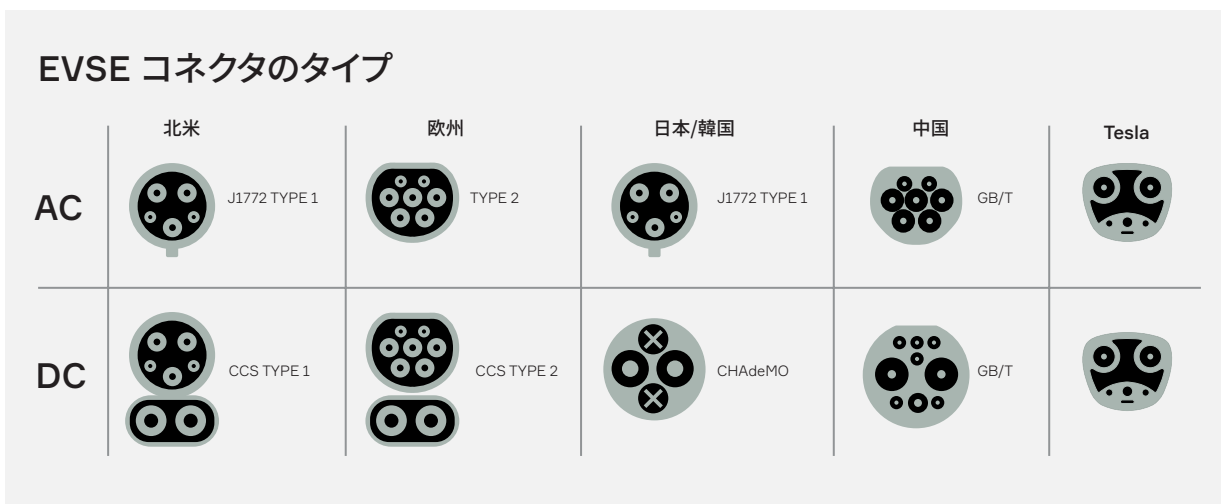
パッシブクーリングは、電源端子の周囲の熱を取り除くための「ポッティング」材からなります。しかし、ポッティング材やヒートシンクを追加すると、ハーネスの配策、インレットを配置したりするのがより難しくなります。また、ポッティング材やヒートシンクは端子から熱を奪いますが、このパッシブクーリングアプローチは外気を通じてしか熱を除去する方法がありません。その結果、特に外気温が高い場合に、熱の多くがポッティング材内にとどまります。

これに対し、アクティブ冷却では、システムははるかに多くの電流を長時間受け取ることができます。設計者は、液体クーラントをピンの周囲に重点的に流すことで、充電ピンの温度を低く抑えることができます。冷却プレートが端子またはバスバーの隣に取り付けられ、クーラント液によりプレートから熱を奪います。アクティブ冷却では、インレットの周囲の外気には影響されません。つまり、端子温度の上昇はクーラントの温度に結び付けられ、外気温の影響をあまり受けなくなります。

Aptiv の 500A でのテストでは、この方法によりクーラントとピンの温度差を常に許容可能な範囲に抑えられることがわかっています。アクティブ冷却がない場合、500A の電流を流すのは 10 ~ 15 分に制限されることになります。

リアルタイム温度センシングとアクティブクーリングを組み合わせることで、複雑さとコストは増すものの、OEM はバッテリーに供給できる最大電力を制御できます。車内にはインバーター、バッテリー、コンバーター、その他の電子機器など、クーラントが必要なシステムが複数存在するため、たいていは車内に利用可能なクーラントの供給源があります。

より大きな電流を長時間供給することは、充電時間を短縮するための鍵となります。バッテリーのデレーティング効果を見逃した単純な例では、EV で近い将来見込まれている 400V での 500A という電流で、100 kWh のバッテリーを 30 分以内にフル充電できます。一部のアーキテクチャーが 800V に移行するに伴い、その時間は約 10 分に短縮でき、今日のガソリンスタンドでの一般的な所要時間に近くなります。



## フレキシビリティ

同時に、グローバル OEM は世界中の地域で車両の電動化に目を向けています。それを効率的かつ経済的に行うためには、すべての地域とすべての車両構成に適應させることができる充電インレットテクノロジーが必要です。

このフレキシビリティの1つの側面は、地域の規格への適應です。北米、欧州、アジアの地域ごとに、ACとDCの両方の車両インレットに独自の規格構成があります。OEMは、一貫した設計理念を持ち、複数のコンポーネントを共有しつつ、さまざまなインターフェイス規格に準拠するインレットを使用できます。また、グローバルプラットフォームで大きな懸念事項である、同じ車両パッケージと取り付けハードウェアで、地域ごとのさまざまなインレットに対応する必要があります。

フレキシビリティの2つ目の側面は、同じインレットテクノロジーを、独自の電気アーキテクチャーとレイアウトを持つさまざまな車種で使用する事です。たとえば、特定の車両のレイアウトに応じて、高電圧ケーブルまたはバスバーを左または右に配策、パッケージすることが必要な場合があります。真下に配策したり、まっすぐ車内に戻す必要があるかもしれません。さまざまなプラットフォームでさまざまな配線方向を容易に実現するインレットにより、OEMは複数のプラットフォームでインレットを共通化する際のスケールメリットを得ることができます。

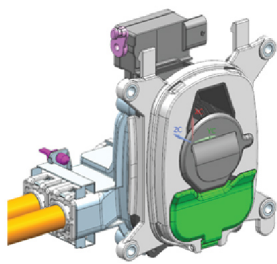
同様に、インレットの嵌合プレートを車両ごとに異なる形状にする必要があったり、異なる取り付け位置にする必要な場合もあります。OEMは、異なるロゴを取り付けたり、LEDライトを追加したい場合もあります。モジュール式設計では、これらバリエーションに対応しつつ共通コンポーネントを維持することができます。

OEMは、ケーブルの代わりにバスバーを使用し、インレットのDCプラグをバッテリーに直接接続するためのオプションを必要とすることもあります。バスバーは、同じ断面積でケーブルよりも多くの電流を運ぶことができるため、ますます魅力的な選択肢となっています。また、ケーブルにはできないような車両の部品間を通して曲げることで、配策の懸念にも対応でき、自動組み立ての実現にも役立ちます。

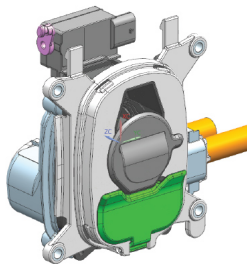
OEMが考慮すべき、生産コストに大きく影響するもう1つの特徴は、最終的な組み立てを行うティアワンサプライヤーの製造のしやすさです。充電インレットは、低電圧と高電圧の両方を管理することが必要な、複数の部品とコネクタを含む複雑な装置です。一部のサプライヤーは、インレットを配線ティアの生産工場に未組み立て及び単体部品のパッケージとして供給します。このようなインレットの初期費用は安くなる傾向にあります。が、全体的なコストは単に下流工程に押しやられ、配線ティアでの長い労働時間、より複雑な作業、潜在的な品質問題として現れます。これに対し、最低限の組み立てで済むモジュール式設計の充電インレットは、総コストを下げるだけでなく、品質も確保します。

## インレットの配線方法

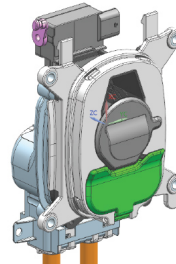
Aptivのインレットは、各種高電圧ケーブル、バスバーの方向に合わせてられる構造になっています。



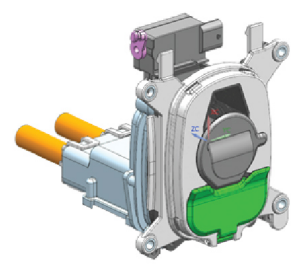
左方向配策



右方向配策



下方向配策



水平配策

### 整備のしやすさ

EVは今後も普及し、市場は急拡大しています。ポストンコンサルティンググループによれば、EVはわずか14年後にはすべての新車の45%を占めるようになります。しかし、この急成長には整備のギャップが伴います。最近のある研究によれば、自動車技術者の3%しかEVでの作業方法を知りません。EVはガソリン車やディーゼル車に比べてはるかに少ないメンテナンスで済みますが、修理工場の多くにはEVを整備するための機器がないか、スタッフを教育する必要性をほとんど感じていません。さらに、EVには「高電圧」の警告ラベルが多数貼られているため、技術者は素人と同じようにひるんでしまうことがあります。

EVはメンテナンスが少なくて済むという利点があるものの、常に使用、また誤使用もされるため、整備が必要になります。最も使用される部品の1つが充電インレットであり、通常使用にて摩損が生じます。現在のインレットは耐久性に優れてはいますが、洗浄剤、水圧洗浄機、怒りのキック、その他の誤使用にさらされる可能性もあります。ほぼすべてのメーカーが証言しているように、人間は生活を向上させる製品を発明する驚くべき能力を持っていますが、それを損傷する能力は、それに等しいか凌駕しています。

これを念頭に置いて、OEMは、サービス技術者が配線ハーネス全体を取り外すことなく交換できるようなインレットをポートフォリオに含める必要があります。

これは最適なインレットコネクタで可能となり、技術者は、ワイヤを抜きバスバーのボルトを外すという単純明快な一連のステップで、ユニットを取り外すことができます。ACワイヤでインラインコネクタを使用することで、端子も容易に交換できます。このアプローチにより配線ハーネスの残りの部分はそのまま使用され、時間がかかり高価な修理手順を避けることができます。

### 競争上の優位性

高電圧化に関する深い専門知識を持つ Aptiv は、次世代電気アーキテクチャー固有の要件を理解しています。当社では、電気コンポーネントを効率的に構築し、最新のテクノロジーを利用して利益を最大化して、フレキシビリティと耐久性に優れた革新的なソリューションを構築するために何が必要なかを理解しています。現在、当社はその専門知識を充電インレットに適用しています。

何十年にもわたり、ユーザーは始動から 60 mph にいかに素早く達するかで車両の性能を評価してきました。これから始まる EV の時代には、充電時間の短さが確実に大きなアドバンテージとなります。充電に 30 分かかるスポーツモデルを持つドライバーは、10～15分で充電して走り出すことができる別のスポーツモデルをうらやむでしょう。スピードは引き続き重要ですが、長く印象に残るのは道路上の加速だけでなく道路以外でのスピードということになるでしょう。

充電インレットは、このような比較の中で中心的な役割を果たします。強力なバッテリーを安全かつ迅速に充電できるインレットは、将来において高品質な車両の条件になることでしょう。

## 著者について



**Don Bizon**

グローバル プロダクト マネージャー

Don Bizon は、Aptiv で高電圧 EV 充電器製品ポートフォリオを率いるとともに、南北アメリカ地域で充電インレットと高電圧インターコネクットのビジネス開発を担当しています。Aptiv でのキャリアを 1990 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。



**Dominik Hermes**

インレット部門のグローバル プロダクト ラインおよびアドバンスト エンジニアリング マネージャー

Dominik Hermes は、Aptiv でインレット製品ポートフォリオを率いており、インレットの世界的な高度エンジニアリング組織を監督しています。10 年以上前に Aptiv に入社し、高電圧と民生用接続コンポーネントに焦点を当てたグループ内で複数の役職を務めています。

詳細については、[APTIV.COM/EMOBILITY](https://www.apativ.com/emobility) をご覧ください→