

BMW i3

目次



| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. BMW i3 | |
| ショート・ストーリー | 2 |
| 2. 未来を垣間見る: | |
| 革新的デザインと環境に配慮した素材 | 9 |
| 3. 駆けぬける歓びを定義し直す: | |
| パワートレインとシャシー | 13 |
| 4. セーフティ: | |
| あらゆる状況で最大限の保護を実現 | 20 |
| 5. 持続可能なモビリティのためのインテリジェント・ネットワーク: | |
| BMW i3 の BMW コネクテッド・ドライブ | 23 |
| 6. BMW i は自動車を超えてその先を見通す- | |
| 360° ELECTRIC、セールスそしてサービス | 27 |
| 7. あらゆる段階で持続可能性を追求: | |
| 製造 | 31 |
| 8. 主要諸元 | |
| BMW i3 | 37 |

1. BMW i3

ショート・ストーリー



世界は、そしてパーソナル・モビリティの分野は、環境的にも、経済的にも、そして社会的にも変革の時期を迎えています。地球環境の変化、資源の枯渇化、都市化の進展など、さまざまなグローバルな課題に対処するための新しいアプローチが求められています。BMW i は、そうした課題を解決するための方策の一つとして生まれました。BMW i ブランドは、未来志向の車両コンセプト、見る人を鼓舞するデザイン、そして「プレミアム」の新しい解釈をベースとし、持続可能性(サステナビリティ)を明確に定義します。

BMW i の最初の量産モデルとなる BMW i3(ビー・エム・ダブリュー・アイ・スリー)は、ゼロ・エミッションの走りとプレミアム・ビークルの駆けぬける歓びを一体化したモデルです。BMW グループにとって初の電気だけで走行する自動車である BMW i3 は、ドライビング・プレジャー、持続可能性、そして市街地における車両のネットワーク化が切り拓く可能性をまるごと体験できるまたとない機会を提供します。BMW i3 の未来志向のデザインからは、この 4 シーター・モデルが秘める BMW 特有のスポーツ性能と効率性の高さが伝わってきます。炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製パッセンジャー・セルに代表される革新的な車両コンセプトには、ライトウェイト構造、強度、安全性、そして比類ない開放感を統合しています。そして BMW コネクテッド・ドライブが提供するドライバー・アシスタント・システムとモビリティ・サービス、さらに 360° ELECTRIC サービスといった BMW i 専用に開発されたシステムが、市街地におけるゼロ・エミッションのモビリティを魅力的で日常的な体験へと彩ります。

BMW i3 に搭載する電気モーターは、最高出力 125kW[170ps]、最大トルク 250Nm を発生し、発進と同時に発生するフル・パワーを単段式ギア・ユニット経由で後輪に伝えます。このモーターには、フロア下に格納したリチウム・イオン・バッテリーがエネルギーを供給します。バッテリーが車両中央の低い位置に搭載されるため、車両重心が下がり、前後軸重量バランスも改善され、俊敏なハンドリングにも少なからず貢献しています。バッテリー容量は、日常的な走行条件下で 130~160km の航続距離をカバーするに十分で、充電には家庭用コンセントのほか、BMW i ウォールボックスまたは公共充電ステーションを利用できます。

BMW i: 新しいブランド、プレミアムの新しい解釈

プレミアム・カー・メーカーとして世界的な成功を成し遂げた BMW グループは、パーソナル・モビリティ、つまり個人のための移動手段のあり方を定義する上で、将来的にも業界のリーダーとして、また業界のパイオニアとしての役割を果たし続けます。2007 年から「プロジェクト i」の一環として取り組んできた研究開発の結果、グローバルな環境、経済、社会の変化を考慮したサステナブル(持続可能)な移動手段に関する基礎を確立しました。未来のモビリティに関する個人的なニーズとグローバルな要求とのバランスを確保するため、BMW グループは総合的観点から取り組んでいます。その努力の結晶とも呼べる成果が、新ブランドの BMW i です。BMW i が目指すのは未来志向のクルマ、未来志向のモビリティ・サービスであり、一貫して持続可能性を重視する姿勢がそのプレミアムなキャラクターを特徴づけています。そして今、未来のビジョンが現実になりました。新ブランドの最初の量産モデルである BMW i3 は、プレミアム・セグメントにおけるゼロ・エミッション走行の可能性を実現する最初の乗用車となります。

BMW i3 は、電気だけで走ることを前提に設計された世界初のプレミアム・エレクトリック・ビークルです。このクルマのゼロ・エミッションの走りは、従来の電気自動車では決して得られなかったレベルに達しており、BMW ならではの駆けぬける喜びをもたらします。炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製パッセンジャー・セルと、パワートレイン、バッテリー、シャシー用のアルミ製モジュールから成る前例のないライフドライブ構造だけでなく、電気モーター、パワー・エレクトロニクス、高性能リチウム・イオン・バッテリーのすべてが BMW eDrive (イー・ドライブ) プロジェクトの一環として BMW グループ自身の手で開発・製造されています。つまり BMW i3 は、製品の基本特性としても BMW の伝統である駆けぬける喜びを受け継いでいるのです。

軽量で耐久性と衝突安全性に優れたハイテク素材である CFRP を、これほど大規模に使った量産モデルは過去に例がありません。適切な軽量化対策を施した BMW i3 の重量は、従来型のエンジンを積み、燃料を満タンにした同等のクルマと同じレベルか、それ以下です。DIN 規格に準拠した車両重量は、高性能バッテリーを含めても 1,195kg にしかならず、そのためスポーティな走行性能を実現し、日常的な使用条件下での十分な航続距離を可能にしています。

俊敏性、革新性、そして持続可能性をアピールする未来志向のデザイン

ライフドライブ構造と BMW eDrive ドライブ・テクノロジーの採用により、車両デザインの自由度を拡大しました。BMW i3 のインテリアの開放感と走行特性に、そのことがはっきり現れています。BMW i3 の全長 3,999mm、全幅 1,775mm、全高 1,578mm というサイズが独特のプロポーションをもたらし、運動性能の高さとコンパクトさが相まって、市街地でのキビキビとした走りを実現します。BMW i3 のショート・オーバーハングのデザインも、俊敏性を強調しています。ガラス面の広さが軽快感を与え、カーボン構造部がむき出しになったデザインとも相まって、車重の軽さを印象付けます。

軽量ながら極めて強度の大きい CFRP をパッセンジャー・セルに採用した結果、B ピラーは不要になりました。その結果、前席、後席ともに格段に乗り降りしやすくなりました。BMW i モデルの特徴的なデザインの 하나가、ボンネットから始まり、ルーフを経てリヤまで達する、いわゆるブラック・ベルトです。BMW i 特有のデザインとして生み出されたもう一つの特徴的なサインに、「ストリーム・フロー」と呼ぶサイドのラインがあります。リヤ・サイド・ウィンドーの面積を大きくとり、それがインテリアの広々とした印象を一段と強調しています。

BMW i3 のフロント・エンドでは、パワフルなデザインのフロント・エプロン、独自の解釈によって開口部ではなくデザイン・エレメントとしての BMW キドニー・グリル、U 字型配置の LED ユニットで縁取りされたヘッドライトが印象的です。リヤ・エンドも同様に U 字型デザインの LED テールライトが配置されています。全面ガラスの大きなテールゲートに組み込まれたテールライトは、あたかも宙に浮いているような印象を与えます。

前後に開く観音開き式ドアの採用と、Bピラーおよびセンター・トンネルの廃止により、BMW i3 のインテリアはその外形寸法からは考えられないほど広々としており、乗員に動作・姿勢に関する大きな自由度を提供します。コクピットやドア・パネルのラインとサーフェスによるデザインが、軽快感と現代的な機能性を強調しています。自然の風合いを生かしたレザー、ウッド、ウールおよびその他の再生可能な素材、リサイクル素材などの素材の組み合わせからは、視覚でも触覚でも、持続性の観点による新たな魅力と BMW i3 のプレミアムなキャラクターを感じ取ることができます。

BMW i3 のシートは、非常にスリムなバックレストを持つ軽量構造タイプです。シート・ポジションはやや高め、ドライバーが市街地の道路状況を把握しやすくしています。ギヤ・セレクターとスタート/ストップ・ボタンは、ステアリング・コラムから突き出した操作エレメントにまとめて配置しています。メーター・パネル、および iDrive 操作システム用の 6.5 インチまたは 8.8 インチのコントロール・ディスプレイは、浮遊感のある自立式のデザインです。

BMW i3 のボディ・カラーは、ソリッド・カラーが 2 色とメタリック・カラーが 4 色で、いずれもブラック・ベルトとの鮮やかなコントラストを生み出しています。インテリアは、標準仕様トリムのアトリエのほかに、ロフト (Loft)、ロッジ (Lodge)、スイート (Suite) の各デザイン・ラインが用意され、好みのものを選択できます。BMW i3 の標準装備には、iDrive 操作システムとラジオ・プロフェッショナル、ハンズフリー・テレフォン・システム、エア・コンディショナー、パーク・ディスタンス・コントロール (リヤ・センサー付き)、ステーションリー・エア・コンディショナー、および可変ラゲージ・ルームなどが含まれます。内蔵 SIM カードによるネットワーク化や USB / Bluetooth インタフェースによるスマートフォンの本格的な統合機能の他、BMW i リモート・アプリも標準で提供されます。オプション装備品として、ナビゲーション・システム、アダプティブ LED ヘッドライト、電動ガラス・サンルーフ、オートマチック・エア・コンディショナー、シートヒーター、コンフォート・アクセス、および BMW コネクテッド・ドライブが提供する各種サービスが含まれます。その他のオプションとして、レンジ・エクステンダー、ドライビング・アシスト・プラス、パーキング・アシスト、リヤ・ビュー・カメラ、スピード・リミット・インフォなどのドライバー・アシスタント・システムが提供されます。

ライフドライブ構造と BMW eDrive:E モビリティの駆けぬける歓びを徹底的に追求

BMW i3 が提供する駆けぬける歓びは、全体コンセプトを徹底的に貫くことで得られるものです。車両重量、走行性能、市街地で使うためのモビリティに適した航続距離は、互いに理想的なバランスで設定されています。そのための前提条件を生み出すテクノロジーが、ライフドライブ構造と BMW eDrive です。パッセンジャー・セルに軽量素材の CFRP を使用して、リチウム・イオン・バッテリーの搭載に伴う重量増を相殺させています。またバッテリーを車両中央の低い位置に搭載することで理想的な 50:50 の前後軸重量配分を実現し、俊敏性を確保しています。さらに、駆動軸のリヤ・アクスル近くに電気モーターを配置し、特有の出力特性を持つ電動ドライブから最大のトルクが得られるようにしています。BMW i3 には、極めて軽量かつ変形にも強い 19 インチ鍛造アロイ・ホイールに、155/70 R19 サイズの低ころがり抵抗タイヤを組み合わせ、標準装備しています。やや特殊なサイズのこのスリムなホイール/タイヤは、空気抵抗を削減する一方で、ダイナミックなコーナリングに必要な接地面積は理想的な状態となっています。またオプション装備品として、20 インチ・アロイ・ホイールも提供されます。

BMW i3 の走行特性に関しては、そのシティー・カーという位置付けに合わせ、都市交通に適したキビキビとしたハンドリング性能を重視しており、瞬時に立ちあがる電気モーターの出力特性、硬めのシャシー・セットアップ、ダイレクトなステアリング、小さなターニング・サークル(直径 9.86m)により、BMW にふさわしい電気自動車に仕上がっています。電気モーターの定格出力は 125kW[170ps]、最大トルク 250Nm は、アクセルを踏んだ瞬間から得られます。重量わずか 50kg の電気モーターは、出力密度と応答特性の面で、電気自動車用として世界で前例のないレベルに達しています。BMW i3 専用開発された特殊構造のハイブリッド同期電気モーターの出力は、高回転域に達してもなお直線的に上昇を続けます。BMW i3 は発進から 3.7 秒で車速 60km/h に達し、0-100km/h 加速性能は、7.2 秒をマークします。

BMW i3 の強烈な走りには、さらに BMW グループのパワートレイン開発陣の手によるシングル・ペダル・コントロール・コンセプトが重要な役割を担っています。ドライバーがアクセル・ペダルから足を離すと、車両は直ちにエネルギー回生モードに切り替わります。すると電気モーターは駆動モードから発電モードに切り替わり、リチウム・イオン・バッテリーに充電をしながら、精密に制御可能なブレーキング効果を発揮します。エネルギー回生システムは車速に応じて制御され、高速走行時はエネルギー効率の高い「コースティング(惰走状態)」を優先し、低速走行時には大きな制動力を得られる「ブレーキング効果」を重視します。

BMW i3 のリチウム・イオン・バッテリーの容量は、日常的な走行条件下で、航続距離にして 130~160km を実現します。ECO PRO モードを選択すると航続距離は約 20km 伸び、ECO PRO+モードではさらに 20km ほど延ばすことができます。BMW i3 には、さらに航続距離を延長できるレンジ・エクステンダーがオプションで提供されます。走行中、リチウム・イオン・バッテリーの残量が一定値以下になると直ちに充電を行うこのシステムは、排気量 650cc、出力 25kW[34ps]の 2 気筒ガソリン・エンジンを使用しています。このシステムは、リヤ・アクスルの上方、電動ドライブに隣接して搭載されます。これを装備すると、日常的な走行条件下で約 300km まで航続距離を延長することができます。

最適な安全性:あらゆる状況での保護を実現

フレームにボディを乗せた構造のクルマと同様に、ライフドライブ・コンセプトは上下に分けた 2 つの独立したモジュールで構成されます。アルミ製シャシーのドライブ・モジュールは安定した基礎を構成し、バッテリー、駆動系のほか、基本的な構造部分と衝突安全対策部分を統合し、一体構造にしています。ライフ・モジュールは、主に高強度で軽量の CFRP 製パッセンジャー・セルで構成されます。

高強度パッセンジャー・セルは、インテリジェントな負荷分散能力と相まって、最適な乗員保護機能のための前提条件となります。車速 64km/h でのオフセット前面衝突の後でも、極めて高い強度の CFRP は乗員を無傷で生還させるためのスペースを確保します。その際、ドライブ・モジュールの前後に設けたアルミ製の衝撃吸収構造が、追加の安全性を保証します。

こうした構造により、ボディの変形量は同等の鋼板製ボディのクルマよりもずっと少なくなります。ポールへの衝突や側面衝突では、CFRP が並外れたエネルギー吸収能力を発揮します。この種の衝突では、比較的狭い範囲に集中的に大きな衝撃力がかかるものですが、そのような場合でもこの素材はほとんど変形せず、乗員はこれ以上ないほど安全に保護されます。このような安全性の高さは、高電圧バッテリーにとっても同じです。側面衝突テストでは、めり込んだポールがバッテリーまで到達することはありませんでした。

BMW コネクテッド・ドライブ：世界初のネットワーク対応電気自動車

BMW i3 は世界初のネットワーク対応電気自動車です。クルマ、ドライバー、そして外部環境をネットワークで結び、包括的な情報交換をここまで完璧に実現させた例は過去にありません。豊富な実績を持つ BMW コネクテッド・ドライブ・サービスは、2013 年に新たな方向性を打ち出し、BMW i3 に SIM カードを標準装備することでこれを実現させます。BMW i3 の登場に合わせて電気自動車専用のナビゲーション・サービスが開発され、例えばコンシェルジュ・サービスによる施設案内や、インテリジェント・エマージェンシー・コール機能などが既存のサービスに加わります。その他にも、ドライバーが BMW i リモート・アプリを使い、スマートフォン経由でいつでも愛車と情報交換をすることができます。また、BMW コネクテッド・ドライブからは、駐車場所から目的地まで徒歩で行き、再び戻ってくるための歩行者ナビゲーションをさらに発展させ、モビリティ・プランに近距離公共交通機関の利用も考慮することのできる、世界でも他に例のないインターモーダル・ルートガイドを提供します。インテリジェント・ネットワークの目的は、その行動範囲が一部に限られているとはいえ、ゼロ・エミッションで走行する自動車をもたらす比類ない駆けぬける喜びを、お客様に満喫していただくことです。

BMW i 専用の BMW コネクテッド・ドライブ・サービスは、ナビゲーションとエネルギー・マネジメントに重きを置いています。航続距離アシスタントは、ルート・プラン作成と実際の走行をお手伝いします。ナビゲーション・システムで選択した目的地が航続距離の範囲を超えている場合、ドライバーに ECO PRO モードまたは ECO PRO+モードへの切り換えを促すだけでなく、より効率的な代替ルートを計算します。途中で充電する必要がある場合には、付近にある誰もが利用可能な公共充電ステーションを探し、ドライバーに提案します。また BMW i3 のナビゲーション・システムには、ダイナミック・レンジ・ディスプレイ(航続距離自動表示)機能が用意されており、ドライバーは刻々と変化する情報をもとに、目的地にたどり着けるかどうか、目的地に到着したときのバッテリー残量はどの程度か、などを極めて高い精度と信頼性で把握することができます。その計算にあたっては、航続距離に影響するすべての要因を考慮します。このための計算は BMW のサーバーで行い、結果を車両に装備した SIM カード経由でナビゲーション・システムに伝えます。航続距離は、セントラル・インフォメーション・ディスプレイに表示したナビゲーション・マップ上に、レーダー・チャート形式のグラフィックで分かりやすく表示します。

BMW i3 の登場と同時に、ドライバーと車両の連携機能も新たな次元へと進化します。BMW i 専用の BMW コネクテッド・ドライブ・リモート・アプリを使えば、モビリティ・プランの作成に使用する車両データをドライバーの所有するスマートフォンに転送できます。BMW i3 を充電ステーションまたは BMW i ウォールボックスに接続した後は、スマートフォンから充電プロセスを操作することもできます。この他、高電圧バッテリー・ユニット用のヒーター／エア・コンディショナーもリモート・コントロールすることができます。

さらに、目的地をスマートフォンから車両に転送することもできます。また、充電ステーションの所在地やその空き状況、現在のバッテリー残量でその充電ステーションまでたどり着けるかどうか、などをアプリで確認することもできます。車両のナビゲーション・システム同様、ここでも航続距離がレーダー・チャート形式で表示されます。BMW i3 ではこの他にも、各種の革新的な BMW コネクテッド・ドライブによるドライバー・アシスタント・システムが提供されます。オプションのドライビング・アシスト・プラスには、前方を走る車両、停車中の車両のほか、歩行者も検知できるブレーキング機能付き衝突警告と、ストップ&ゴー機能付きアクティブ・クルーズ・コントロールが含まれます。このシステムは、警告音や警告灯だけでなく、必要に応じて最大の制動力をかけて自動的に減速します。また同じくオプションのパーキング・アシスタントは、ステアリング操作だけでなくアクセル・ペダルやブレーキの操作も自動で行い、BMW i3 を道路に並行に配置されたパーキング・ロットに全自動で駐車することができます。BMW i3 には、標準装備のリア・センサー付きパーク・ディスタンス・コントロール (PDC) を補完する装備としてリア・ビュー・カメラが提供されます。その他、渋滞アシスタントやスピード・リミット・インフォなどのドライバー・アシスタント・システムも用意されます。

総合化に向けたアプローチ:

エネルギー供給とモビリティのための総合的ソリューション、360° ELECTRIC

BMW i3 の航続距離は、利用者が週に 2~3 回充電すれば事足りるレベルを目安に設計されています。プロジェクト i の枠内で 1,000 人を超える参加者の協力を得て実施した延べ二千万キロメートル以上に及ぶフィールド・テストから、電気自動車を利用する人の 1 日あたりの平均走行距離は 45km 程度であることがわかりました。充電には、BMW i のために用意したウォールボックスだけでなく一般家庭のコンセントも利用できます。エネルギー供給とモビリティ・プラン作成面での様々なニーズに応えるため、BMW i では 360° ELECTRIC というテーマで広範な製品／サービスを提供します。その中には、お客様のガレージへの BMW i ウォールボックス取付け、再生可能エネルギーで生産した電力を充電に使用するユーザーへの特別のオファー、公共インフラストラクチャーを快適に利用するための充電ステーション・マップ、BMW コネクテッド・ドライブの追加のアシスタント・サービスなどが含まれます。また BMW i3 の車両コンセプトではモビリティの要求を満たせない場合に備えて、360° ELECTRIC には BMW および DriveNow (カー・シェアリング・サービス) の保有車両をレンタルするフレキシブルなモビリティ・ソリューションを用意しています。

パーソナル・モビリティのための新しいセールス・コンセプト

BMW i では、プレミアム・モビリティに新しい解釈を加えました。一部の市場では、BMW i の製品およびサービスの販売に、革新的なマルチ・チャンネル・モデルを導入します。既存の正規ディーラー網に加え、モバイル・セールス・チームのカスタマー・インタラクション・センター (CIC) やインターネットを通じたセールス活動を行います。すべての販売チャンネルは相互に完全にネットワークで結ばれます。お客様と契約を結ぶのはディーラーではなく BMW AG です。これは、お客様がどのチャンネルを使ってアクセスしてきたか、また契約形態が買取りかリースか、などに一切関係しません。市場導入時点で、ヨーロッパの BMW 取扱いディーラーの 10 パーセント以上が BMW i モデルを扱うこととなります。

バリュー・チェーン全体で持続可能性を追求

BMW i3 の革新的なキャラクターの根底には、徹底した持続可能性志向の総合コンセプトと、最高の効率性を求めて注ぎこまれた、膨大な数の細部に関わる技術的ソリューションがあります。とはいえ、BMW iにより具現化されるプレミアム・カーの新しいコンセプト「ネクスト・プレミアム」は、クルマのキャラクターだけに関わるものではなく、それをはるかに凌駕しています。素材の選択、生産、サプライ・チェーンおよび車両リサイクルのすべての面において、BMW i3 は持続可能で、かつ自動車業界に前例のないベンチマークを確立します。

BMW i3 用の電気モーターとバッテリーの生産は、BMW グループの生産ネットワーク内で行われます。その際、ニーダーバイエルンのディンゴルフィンとランツフートの 2 つの拠点が E モビリティの基幹ネットワーク工場となります。ディンゴルフィン工場では、BMW i3 のバッテリー、ギア・ユニット、ドライブ・モジュール用アルミニウム構造部分を生産します。ランツフート工場では、BMW i3 のライフ・モジュール用 CFRP 製コンポーネント、各種プラスチック製エクステリア部品、鋳造品およびコックピットを製造します。

BMW i モデルのために開発されたライトウェイト構造戦略の基本をなすのが、軽く、腐食に強く、耐衝撃性の高いハイテク素材 CFRP です。CFRP 製コンポーネントを使えば、スチール製部品のほぼ半分の重量で、同等の強度特性が得られます。BMW Group は CFRP の使用に関してだけでなく、この革新的素材の生産と加工においてもパイオニアの役割を果たします。

生産段階も含め、あらゆる段階で持続可能性を徹底追求

BMW i3 は、その生産においても環境保護の観点で新たなベンチマークを確立しました。BMW グループの生産ネットワークを構成する工場は、押しなべてどこも効率が高いのですが、グループの平均と比較して BMW i3 の工場のエネルギー消費量は約 50 パーセント、水の消費量は約 70 パーセントも削減しています。ライプツィヒの BMW i 車両組立工場は、生産に必要な電力の全量を再生可能エネルギーの風力で賄っています。そのために構内に風力による自家発電設備を設置しましたが、これはドイツの自動車工場としては初めての取り組みです。また炭素繊維を生産しているアメリカ合衆国ワシントン州のモーゼス・レイク工場でも、電力の全量を地元の再生可能な水力発電でカバーし、炭酸ガス排出ゼロを実現しています。こうして BMW i は、初期段階に設定した「地球温暖化ガスの排出を抑制する」という目標を早々に達成しました。2008 年に「ワールド・グリーン・カー」賞を受賞した BMW 118d と比べても、BMW i3 の地球温暖化ガス排出量は 3 分の 2 に減少しています。さらに BMW i3 を購入したお客様が、再生可能エネルギーで発電した電力を使って充電したとすれば、温暖化ガスの排出量は半減させることができます。

2. 未来を垣間見る： 革新的なデザインと環境に配慮した素材



BMW i3 は、電気だけで走ることを前提に開発された、世界初のプレミアム・エレクトリック・ビークルです。その革新的な車両コンセプトは、デザインを見ただけでもわかります。BMW i3 のエクステリアとインテリアのデザインは、ライフドライブ構造と未来志向のパワートレインの影響を強く受けています。事実、これら2つの要素はボディ・デザインに大きく影響し、このクルマの独特の開放感と前例のないドライビング体験の実現に貢献しています。

BMW i3 の起源、アイデンティティ、個性は、いずれもデザインの中で同等の重きを置いています。新たな解釈を加えたとはいえ、既存の BMW モデルから受け継いだデザイン要素が BMW ファミリーの一員であることを示す一方で、独自性のある、将来の BMW i モデルにも受け継がれてゆくデザインによって、軽快さ、安全性、効率性、そして駆けぬける喜びを表現し、BMW i3 に注ぎ込まれたテクノロジーの独自性を強調しています。BMW グループにとって初めての純粋に電気だけで走るこのクルマは、持続可能性を徹底的に追求する姿勢が示すプレミアムなキャラクター、ライフドライブ・アーキテクチャーによる役割分担の最適化によって示される高い機能性、そして排気ガスを出さずに市街地を駆けぬけるときに感じる BMW i3 の革新性というメッセージを発しているのです。

革新的なデザインの基礎を成すライフドライブ・アーキテクチャー

BMW i3 の構造的な基礎を成すのは、ライフドライブ・アーキテクチャーです。ライフ・モジュールの中心的要素は、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 製パッセンジャー・セルです。この CFRP 製フレームの上に、強靱なプラスチック製アウター・スキンを取り付ける構造にすることで、デザイン面での大きな自由度を確保しています。このサバイバル・セルは、パワートレインやサスペンション・システムのすべてを収めたアルミ製ドライブ・モジュールの上に乗っています。この特徴的な 2 ピース構造が、BMW i3 のデザインにも反映されています。事実、エクステリアにもインテリアにも、レイヤリング原理によるさまざまなサーフェスの重なりや絡み合いを見ることができます。

パッセンジャー・セルに軽量ながら極めて頑丈な CFRP を採用した結果、B ピラーはいらなくなりました。その結果、前席、後席ともに乗り降りが格段に楽になりました。カーボン・ファイバー・フレームは、ドアを開けたときに一部を垣間見ることができますが、エクステリアとインテリアを接続する役割を担っています。このとき見えるのは CFRP 材のカーボン・コア特有の 2 次元構造であり、非常に機能的な印象をもたらしています。

俊敏性と空間の広さを感じさせるプロポーション

BMW i3 の全長 3,999mm、全幅 1,775mm、全高 1,578mm というサイズが独特のプロポーションをもたらし、運動性能の高さとコンパクトさとが相まって、市街地でのキビキビとした走りを実現します。またフロントとリヤの極端なショート・オーバーハングのデザインも、BMW i3 の俊敏性を強調しています。ガラス面の広さが軽快感を与え、カーボン構造部がむき出しになったデザインとも相まって、車重の軽さを印象付けます。

サイド・ビューでは流れのあるシルエットとロング・ホイールベースがまず目を引き、次にインテリアの並々ならぬ広さを感じさせます。このクルマの機能性の高さは前後に観音開き式のドアにも表れており、広々とした車内へと楽に乗り込むことができます。

BMW i のシグネチャ:ブラック・ベルトとストリーム・フロー

BMW i モデルの特徴的なデザインの一つが、ボンネットから始まり、ルーフを経て、リヤ・エンドのナンバー・プレート・ホルダーとリフレクターを含むリヤ・エプロン中央部分を除いてほぼ全面がブラックで仕上げられた、いわゆるブラック・ベルトです。フロント・エンドでは、ボディ・カラーに塗装されたフロント・エプロンとサイド・パネルに縁取りされるようにブラック・ベルトが色分けされ、BMW i3 のライトウェイト構造を強調しています。

BMW i 特有のデザインとして生み出されたもう一つの特徴的なサインが、「ストリーム・フロー」です。これは C ピラー付近で上昇するショルダー・ラインと、加工するルーフ・ラインによって囲まれた領域がリヤ・エンドに向けてダイナミックに収束するデザインを特徴としています。ショルダー・ラインはフロント・ドアの直後で一気に下降して、ここから後ろのサイド・ウィンドウは広くなり、後席に大きな開放感をもたらすと同時に、後席乗員のドライビング体験を一段と強烈なものにします。ショルダー・ラインとストリーム・フローは、BMW モデルにおけるリヤ・サイド・ウィンドー周りのホフマイスター・キングに匹敵する独特のデザインを与える一方、BMW i3 のボディが空力的に洗練されていることを明確に伝えています。

フロント・エンド:BMW 特有のデザインの新たな解釈

フロント・エンドは、力強い造形のフロント・エプロン、目を引くカラー・コンビネーションを採用し、BMW 特有のデザインの特徴を残しつつ、新たな解釈を加えています。中央には、ボディ・カラーに応じて周囲をブルーまたはシルバーで縁取りされた独特のスタイルの BMW キドニー・グリルがあります。しかし、BMW i3 は電気自動車なのでここからエンジン冷却用のエアを採り入れる必要はなく、グリル部分は実際には開口部ではなく、クローズド・カバーになっています。これと同じ高さの位置に、大きく左右に寄せるように配置したヘッドライト・ユニットがあります。ヘッドライトは片側一灯式で、周囲を U 字型の LED ライト・ユニットで囲んでいます。フロント・エプロンの下端部とヘッドライト下に配置された丸型フォグライトを結ぶように、ブラックのラインが繋がっています。

ガラス張りのテールゲートに組み込まれた U 字型 LED テールライト

リヤ・エンドのデザインは、BMW i3 の機能性としっかりとしたロード・ホールディングを強調しています。ここには、上方に開く大きなテールゲートを装備しています。細く、垂直に立って配置されたルーフ・ピラーのおかげで、荷物を容易に出し入れできます。必要に応じて後席のバックレストを前方に倒すと、ラゲージ・ルーム容量を拡げることができます。

テールゲート全体は、均質なブラック・ガラス張り仕様です。これはブラック・ベルトの一部を構成し、そのままリヤ・エンドの左右外側に分かれながら、ボディ下端まで伸びています。ブラック・ベルトはサイド・パネルとの鮮やかなカラー・コントラストを見せると同時に、路面方向に向かってカスケード状に広がりつつ、大地に根を下ろすような造形でこのクルマの安定したスタンスを強調しています。ブラック・ガラスのテールゲートに組み込まれたテールライト・ユニットは、見る人にまるで宙に浮かんでいるかの印象を与えます。LEDを採用したライト・ユニットが放つ繊細な光は、独特のナイト・デザインを生み出しています。このU字型の造形は、BMW i3 の特徴あるヘッドライトのデザインに対応した形状です。

BMW i3 のサイド・パネルとフロントおよびリヤ・エプロンのカラーは、BMW i 専用に用意される 6 種類のカラー・バリエーションから選択できます。カラー・バリエーションは、ブラック・ベルトと鮮やかなコントラストを成すよう、2 色のソリッド・カラー、4 色のメタリック・カラーが用意されています。サイド・スカートのアクセント・サーフェスと BMW キドニー・グリルの縁取りは、ボディ・カラーに応じて BMW i ブルーまたはフロズン・グレー・メタリックとなります。

インテリア:デザインの自由度がゆとりある自由な空間を実現

CFRP 製パッセンジャー・セルを含むライフドライブ・アーキテクチャーの採用により、BMW i3 のインテリア・デザインの自由度がもたらされました。前後両開きドアの採用と B ピラーの廃止により、その外形寸法からは想像もできない広々としたスペースを確保し、乗員の動きの自由を保証する前提条件が生まれました。さらに、駆動用電気モーターを駆動軸であるリヤ・アクスルのすぐ上に配置したことで、一般的なクルマでは当たり前のよう存在したセンター・トンネルがなくなり、左右の足元を一枚の板のようにフラットにつなぐことができました。これらが相乗効果として室内の広々とした印象をもたらし、街中の駐車場などで隣の車との間隔が狭い場合でも乗り降りが容易になるという機能的なベネフィットも得られました。もちろん後席の右から左の席への移動、あるいは助手席から運転席へ乗り込むといった動作も無理なく行うことができます。ラゲージ・ルームは状況に応じて多彩に利用でき、後席のバックレストを倒すと容量は最大 1,100 リッターに拡大できます。その場合のラゲージ・フロアも、完全にフラットになります。

シート・ポジションはやや高めで、ドライバーが街中で道路状況を把握しやすくなっています。BMW i3 のシートは軽量構造タイプを採用しており、バックレストがとても薄いため、後席乗員の足元の自由度に貢献しています。2 ピース構造で自立型デザインのステアリング・コラムは、軽快でエレガントな雰囲気を醸し出し、その印象をカラー・コンセプトが一段と強調しています。ギヤ・セレクターとスタート/ストップ・ボタンは、ステアリング・コラムから突き出した操作エレメントにまとめて配置されています。ギヤの選択は進行方向に対応してスイッチが配置されたロータリー・スイッチで行い、前方または後方に操作します。

BMW i3 のメーター・パネルとコントロール・ディスプレイは、いずれもサイズが 6.5 インチ(ベーシック仕様)、または 8.8 インチ(オプション)の自立型デザインのディスプレイです。ディスプレイの配置を工夫したことで、もともと立体感のあるコクピット・デザインに追加のアクセントを加えることができました。コクピット中央のダッシュボード下部には、ドライバー方向にやや傾けられたフラットな操作パネルがあり、ここにはエア・コンディショナーやオーディオの操作部が配置されます。iDrive システムのコントローラーやダイレクト・メニュー・ボタンは、運転席と助手席の間のシート面と同じ高さに配置されています。

印象的なカラー・コントラスト、天然素材

コックピットおよびドア・パネルにあしらわれたラインとサーフェスの組み合わせられたデザインが、軽快感とモダンな機能性を強調しています。ぴんと張ったライン、力強い輪郭、曲率半径の小さいカーブを使った幾何学的なフォルムが特徴です。インテリアのデザインと同様に、ダッシュボードのデザインもレイヤー構造を多用しています。ダッシュボードは3層構成で、各層は装備バリエーションに応じて異なるカラー、異なる素材で仕上げられています。中心的なデザイン要素であるスイングするインテリア・トリム・パネルは、コックピット左側のエア吹出し口から始まり、ステアリング・コラムの後ろを通してグローブ・ボックスの上で最も高い位置に達します。オプションで、表面に微かな孔があり、明るい色のユーカリ・ウッド・インテリア・トリム・パネルも用意されます。レザー、ウッド、ウールおよびその他の再生可能な原料から成る素材ミックスや素材の選択からは、サステナビリティという新たな展開によるBMW i3のプレミアムなキャラクターを、視覚的にもまた触れてみても感じることができます。

BMW i3のインテリアに使用するレザーは、すべて天然素材を使って加工しています。なめし剤として使用したのはオリーブの葉の抽出物です。メーター・パネル・キャリアとドア・パネルの周囲には、ケナフ麻の繊維を加工してテクニカルな魅力を放つ表面仕上げを採用しており、その天然素材による構造を視覚的にも、触れてみても体験することができます。インテリアに使用するプラスチックの25パーセント(重量比)は、リサイクル材料または再生可能原料を採用しています。

インテリアは、標準仕様トリムのアトリエのほかに、ロフト(Loft)、ロッジ(Lodge)、スイート(Suite)の各デザイン・ラインが用意されます。標準仕様でもカラーと素材のコントラストは特徴的で、インテリアの輪郭やコントラストを際立たせています。

デザイン・ラインの「ロフト(Loft)」は、スタイリッシュにバランスされたカラーにより、心安らぐ雰囲気演出します。シートとドア・パネルのサーフェスは、ポリウレタンのSensatec材とリサイクル原料を加工したファブリック製です。インテリア全体は明るい色調にまとめられています。レザー・ステアリング・ホイールは暖色のカルム・グレーで、アクセント・ストリップ色はBMW iブルーです。

高級感と持続可能性を前面に押し出し、「ネクスト・プレミアム」というキャラクターを定義するのが、デザイン・ラインの「ロッジ(Lodge)」です。ユーカリ・ウッドのインテリア・トリム・パネル、空調機能を持つウール素材、シートとアーム・レストにあしらった粗いグレーンのレザー・トリム、精緻なデザインのメーター・パネルなどにそのキャラクターが現れています。さらに、ライト・カルム・グレーのレザー・トリムがアクセントとなっています。

デザイン・ラインの「スイート(Suite)」では、シート、センター・コンソール、ドア・アームレストにあしらわれたダルベギア・ブラウンのレザーが、格別高級な印象を演出します。このデザイン・ラインには、さらにユーカリ・ウッドのインテリア・トリム・パネル、サテン・シルバーのアクセント・リング付きレザー・ステアリング・ホイールが装備されます。

3. 駆けぬける喜びを定義し直す： パワートレインとシャシー



BMW i3 の市場導入によって、E モビリティ(電気自動車)の新たな時代が始まります。BMW i ブランドが贈る最初の量産モデルは、電気だけで走ることができる世界初のプレミアム・エレクトリック・ビークルです。そのデザイン、空間コンセプト、そして走行特性は、新たなゼロ・エミッションによる移動を存分に体験できるクルマ、という狙いで考案された BMW i3 の全体パッケージの一部を構成します。BMW i3 の革新的キャラクターは、他に例のない車両構造と、BMW グループが独自に、まさに BMW i のクルマのためだけに開発したパワートレイン技術の組み合わせによる成果です。BMW EfficientDynamics(エフィシエント・ダイナミクス)戦略の次の開発ステップの中心となるライフドライブ構造と BMW eDrive というテクノロジーが、プレミアム・カーにふさわしい E モビリティの基礎を固め、新たな駆けぬける喜びのための道を拓くのです。

BMW i3 は、BMW グループがプロジェクト i の一環として取り組む研究開発の成果であり、日常的に利用可能で持続可能な移動手段としてのソリューション(解決策)を組み入れた初の量産モデルです。このクルマの車両コンセプトと駆動技術には、プレミアム・ビークルの分野で世界的にも成功を収めている自動車メーカーとしての BMW の技術革新力が息づいています。BMW i3 は BMW グループのオリジナルのプロダクトであると同時に、BMW ならではの新しいパーソナル・モビリティのあり方を提示するモデルです。

ゼロ・エミッション、軽量、インテリジェント: BMW i3 の EfficientDynamics

BMW EfficientDynamics 開発戦略の基本原理は「最小のエネルギー消費、最大の駆けぬける喜び」であり、BMW i3 の開発プロセスにも大きな影響を及ぼしています。パワートレインの分野において E モビリティは、効率向上の努力が続けられているガソリン・エンジン/ディーゼル・エンジンやハイブリッド・コンセプトの他、内燃機関用燃料や燃料電池用エネルギー源としての水素利用と並んで、エフィシエント・ダイナミクス戦略を支える重要な柱の一つです。すべてのパワートレイン・テクノロジーは、一貫してエネルギー消費量と排出ガス量を減らしつつ、いっそう高い駆けぬける喜びを実現するという目標の下、さらなる開発が続けられています。

BMW グループが BMW i3 のために開発した電気モーター、パワー・エレクトロニクス、リチウム・イオン・バッテリーなどのコンポーネントは、BMW eDrive テクノロジーの一部を構成します。BMW eDrive という名称は、電気だけで走行することで局地的なゼロ・エミッションを可能にするすべてのコンセプトに与えられます。また、BMW eDrive テクノロジーは未来志向の BMW EfficientDynamics のもうひとつの大きな柱でもあり、電気だけを動力源とする BMW i3 の駆動ユニットは、BMW eDrive そのものです。

BMW i3 – 電気だけを動力源とする移動手段として生まれたクルマ

BMW i3 の車両コンセプトは、最初から電動駆動システムだけで走行することを前提に開発されました。その関係で、既存のモデルの内燃式エンジンの代わりに電動ドライブに積み替えた、いわゆるコンバージョン車(コンバージョン EV)にはない長所がいくつもあります。例えば、Eドライブのあらゆるコンポーネントの構造、寸法、配置を自由に選択できます。さらに、追求すべき製品のキャラクターに基づいて開発を進めることができます。既存モデルのパッケージのために、目指すキャラクターが制約を受けることはありません。例えば既存のモデルを利用してコンバージョン EVを開発する場合、燃料タンクやエグゾースト・システムに使っていたスペースを有効に活用するのは困難です。BMW i3 の場合は、こうした妥協を考慮する必要は最初からありませんでした。

それどころか、開発担当者は市街地走行に適したスポーティで俊敏かつ快適なプレミアム・カーという BMW i3 のキャラクターを、ひたすら追求することができました。その結果、走行特性では、とりわけ車両重量、走行性能、航続距離の間で理想のバランスを実現しています。なぜそれが重要かといえば、これら 3 つの要素は互いに影響し合うからです。航続距離を延ばそうとすればバッテリーを大きくする必要が生まれ、重量が増加して走行性能が低下します。強力な電気モーターを採用すると、電力消費が増加するため、より重量の大きなバッテリーを積むか、航続距離を犠牲にするかの選択を余儀なくされます。他方、ボディを軽量化できれば走行性能を向上させることができます。あるいは、削減した重量を大きなバッテリーのために「投資」することで、航続距離を稼ぐこともできます。

BMW i3 は、そうしたさまざまな可能性を検討した結果生まれた完璧なパッケージであり、市街地におけるキビキビとした走りを心行くまで満喫することができます。DIN 規格に準拠した車両重量は 1,195kg とコンパクト・クラスのほとんどのモデルよりも軽く、それでいて 4 人の乗員のためにはるかに広いスペースを提供できます。0-60km/h の加速を 3.7 秒で、また 0-100km/h 加速を 7.2 秒で駆けぬけるパフォーマンスは、サイズと出力が同等のエンジン搭載車を置き去りにします。日常の走行条件下での航続距離は 130~160km です。ターゲットとするユーザー・グループの日常的なモビリティ需要を快適にカバーするには十分なことが、プロジェクト i の一環として実施された大規模な実地走行テストで確認されています。

俊敏性と駆けぬける喜びのための完璧な条件:後輪駆動、低重心、バランスのとれた前後軸重量配分、BMW ならではのシャシー・セットアップ

バッテリーを車両中央の低い位置に搭載し、すべてのコンポーネントをドライブ・モジュール内に配置することで、50:50 のバランスのとれた前後軸重量配分を実現し、俊敏性を確保しました。アルミニウム成形材で周囲を包んだバッテリーは、衝突安全性の面でも極めて有効な位置に搭載されています。電気モーターとギア・ユニットは、駆動軸であるリヤ・アクスルのすぐ近くに搭載されます。この 2 つをドライブ・モジュール内にコンパクトに組み込むため、構造を小型化するだけでなく、互いに細かな調整をする必要がありました。ドライブ・コンポーネントの開発を BMW グループ自身が手掛けたのはそのためです。ライフ・モジュールとドライブ・モジュールが明瞭に分けられているため、センター・トンネルは必要ありません。これは BMW i3 の構造上の特徴でもあり、乗員の姿勢の自由度や快適なインテリア・スペースの実現にも有利に作用しました。

後輪駆動であるためフロント・アクスルに駆動力の影響は及ばず、操舵機能を最適な状態にすることができます。BMW ブランドや MINI ブランドの最新モデルと同様に、BMW i3 でも電動パワー・ステアリング EPS がドライバーのステアリング操作を快適にし、ステアリングの動きを精密に路面へと伝達します。BMW i3 の中心的な舞台となる市街地ではキビキビとした走りが要求されるため、9.86m という極めて小さなターニング・サークル(最小回転直径)と、ロック・ツー・ロック 2.5 回転というステアリング操作量が、その俊敏なハンドリングを支えています。さらに、2,570mm のホイールベースと、ドライブ・モジュールの高剛性アルミニウム・フレーム、上質なサスペンション・システムが、ゆったりとしてリラックスできる快適性を実現しています。

BMW i3 のサスペンション・コンポーネントは、重量の最適化に加えて剛性の向上にも配慮した特殊な構造を採用しています。BMW i3 の前後アクスルは、フロントにシングル・ジョイント・マクファーソン・ストラット式フロント・アクスルを採用し、リヤにはドライブ・モジュールに直接結合した 5 リンク・アクスルを採用しています。この構造には、ホイール・ガイド機能とスプリング機能を分離できるという利点があります。それにより、前後方向および横方向の運動性能を高めたスポーティな走り、優れたサスペンション快適性を両立させることができます。軽量構造を徹底させてばね下質量を軽減させた結果、あらゆる車速での快適な乗り心地も実現しています。BMW i3 の鍛造アルミ・ホイールは剛性が大きく、かつきわめて軽量で、1 個あたりの重さは 7kg 以下となっています。

標準装備の 155 / 70 R19 サイズのタイヤは、BMW i3 のために特別に開発されたものです。直径が大きく比較的細身なこのタイヤは、運動性能と空気抵抗のバランスを追求した結果生まれました。タイヤの空力特性とこもり抵抗は、効率の良い走りを実現するようにデザインされています。といっても接地面積は一般的なクルマの標準装備品とほとんど変わらず、思いきってスポーティな走りをして、車両に働く前後方向および横方向の力を、余裕を持って路面に伝えることができます。そして BMW i3 の場合でも、ダイナミック・スタビリティ・コントロール(DSC)の制御が必要となるのは極端な走行状況だけに限られ、その場合はボディを安定した姿勢に維持するようにします。

標準装備の DSC システムの機能は最新の BMW モデルと同様で、アンチロック・ブレーキ・システム(ABS)、コーナリング時のブレーキングをサポートするコーナリング・ブレーキ・コントロール(CBC)、ダイナミック・ブレーキ・コントロール(DBC)、ブレーキ・アシスタント、ブレーキ・スタンバイ、発進アシスタント、フェーディング補正機能およびドライ・ブレーキ機能が含まれます。ダイナミック・トラクション・コントロール(DTC)をオンにすると、BMW i3 のスタビリティ・コントロール機能の制御限界値が引き上げられ、雪道や砂利道での発進時に駆動輪の空転状態をある程度許容します。またドライバーがスポーティなコーナリングを楽しみたいときにも、DTC ボタンを押します。

BMW eDrive: 電気モーターは出力密度と効率性において新たな基準を確立

BMW グループが BMW i3 専用に関係・製造するハイブリッド同期電気モーターは、出力 125kW[170ps]、最大トルク 250Nm で、発進直後からこのトルクを発揮できます。BMW i3 は発進からわずか 3.7 秒で 60km/h の車速に達し、0-100km/h の加速タイムは 7.2 秒です。また 80-120km/h の中間加速タイムも 4.9 秒と、同クラスの内燃機関仕様と比較すると、出力がより大きいエンジンを搭載している場合に得られるレベルのパフォーマンスを実現しています。

一般的に電気モーターは発進直後から最大出力を得られるものですが、BMW i3 に搭載する電気モーターは、高負荷時でもそれに対応する大きなパワーを生み出す余力を備えています。出力は単段ギヤを介して後輪に伝達します。これにより BMW i3 は、トラクションが中断することなく、効率上の理由から 150km/h に制限された最高速度に達するまで滑らかに加速します。高回転域に達してもなおパワーがリニアに上昇するのは、BMW i3 専用に開発された特殊構造の電気モーターの優れた特徴です。この永久磁石励磁式同期モーターは、BMW eDrive テクノロジーの一環として細部に至るまで最適化されました。トルク発生に関係する部品のサイズや配置を工夫した結果、一般にはいわゆるリラクタンس・モーターで見られない自励効果を得られるようになりました。この追加の励起を得たことにより、通電したときに形成される電磁場は、モーターの回転数が上昇しても安定した状態を維持します。BMW i3 用に開発された電気モーターは、その独特の複合的作動特性のために「ハイブリッド同期電動機」と名付けられました。モーターの最高回転数は、11,400rpm に達します。

革新的な構造原理により、BMW i3 の電気モーターは幅広い負荷域にわたり卓越した効率を維持します。航続距離を最適化した結果、電力消費量(ガソリン車の燃料消費量に該当)は 0.13kW/km (NEDC:新欧州ドライビング・サイクル)となり、最高出力と最大トルクの大きさに比べて消費量が極めて少なくなっています。そのため BMW i3 は、そのサイズ/出力クラスにおいて、電力消費の面で最も優れた電気自動車といえます。また、重量わずか 50kg 程度の E モビリティ用電動機としては、出力密度も類のないレベルです。さらに BMW i3 のモーターには、作動時の回転に伴う動作音や振動が少ないという特徴が加わります。つまり、プレミアム・カーにとっては無視できない、音響快適性や振動快適性の面でも、BMW i3 は高い要求を満たすことができるのです。

BMW i スタイルの駆けぬける喜び:瞬発力、俊敏性、比類ない卓越性

局地的とはいえ、ローカル CO₂ エミッションがゼロの走りを実現できることは、市街地の交通手段としての E モビリティの抗しがたい魅力です。純粋に電気だけで走るクルマのもう一つの魅力として、瞬発的なパワーの立ち上がりがあります。これは BMW i3 が市街地走行する際、エキサイティングな加速性能を発揮するのを後押しします。さらなる魅力は静粛性で、こちらは BMW i3 のリラックスした快適な乗り心地に寄与します。

BMW i3 で体感する強烈な走りに貢献するもう一つの要因として、BMW グループのパワートレイン開発陣が考案し、入念にセットアップを施したシングル・ペダル・コントロール・コンセプトがあります。この操作コンセプトでは、ドライバーがアクセル・ペダルから足を離すと、直ちに車両はエネルギー回生モードに切り替わります。このとき、電気モーターは駆動モードから発電モードに切り替わり、リチウム・イオン・バッテリーの充電を開始しながら、精密に制御可能なブレーキング効果を発揮します。エネルギー回生システムの働きは、車速によって変わります。高速走行時はエネルギー効率を高める「コースティング(惰性状態)」を優先する一方、低速走行時は大きな減速効果が得られる「ブレーキング」が重視されます。加速と減速を1つのペダルで操作するというこのアイデアは、ドライバーとクルマとの間に前例のない直接的な相互作用を生み出します。例えば、状況を読みながら市街地を走行する場合、減速する操作のほぼ 75 パーセントにおいてブレーキ・ペダルを使わずに行えます。

その際、エネルギー回生による制動効果が実際にブレーキ・ペダルを踏んで行った制動効果と同じレベルであれば、ブレーキ・ライトも点灯します。もちろん、より大きな減速力が必要になってドライバーがブレーキ・ペダルを踏むと、従来通りのブレーキ・システムが追加で作動します。

モーターによるブレーキ・エネルギー回生を積極的に活用することで、BMW i3 の航続距離は、従来のエネルギー回生コンセプトに比べて最大 20 パーセント延ばすことができます。シングル・ペダル・コントロール・コンセプトがもたらすもう一つの快適性向上効果が、「コーステイング(惰性)」機能です。BMW i3 のアクセル・ペダルには、独特のニュートラル・ポジションがあります。ドライバーがペダルを戻し始めたとき、直ちにモーターがエネルギー回生モードになるわけではなく、ゼロ・トルク・コントローラーが働いてモーターとパワートレインを切り離します。車両はそのときの運動エネルギーで惰走を続けます。この走行状態では、BMW i3 はエネルギーをほとんど消費しません。状況を読み取ってペダルを操作すれば、エネルギーを無駄遣いせずすみ、電気で走行可能な航続距離をさらに延長することができます。

自社開発のエネルギー貯蔵技術とエネルギー・マネジメントで出力と航続距離を向上

パワートレインへのエネルギー供給は、専用開発したリチウム・イオン・バッテリー・セルから行います。高電圧バッテリー・パッケージを総合的に最適化するため、BMW グループはその技術力を総動員して一連のシステム・コンポーネントを開発しました。それには、各セルの相互接続やバッテリー・システムと車両を接続するための専用コンポーネント、内蔵式コントロール・ユニットおよびバッテリー・マネジメント用センサーを含むセル周りの電子コンポーネントなどが含まれます。バッテリー・セルだけは例外的に専門メーカーに外注していますが、それ以外のコンポーネントの開発・製造工程はすべて BMW グループ内で行っています。この高電圧バッテリーは、BMW ディンゴルフィン工場に導入した超近代的組立てラインで生産します。

BMW i3 の高電圧バッテリーは、それぞれ 12 個のシングル・セルをまとめた 8 個のモジュールで構成され、全体の公称電圧は 360 ボルト、容量は約 22kWh です。バッテリーを構成するリチウム・イオン・セルはエネルギー密度が高く、かつサイクル安定性(長期間の充放電の繰り返しに耐える特性)に優れているので、車両の耐用期間を通じてエネルギー供給源としての役割を果たすことができます。出力と容量を長期的に安定して維持するため、バッテリー・マネジメントによって、充放電プロセスだけでなくセルの温度もコントロールします。車両走行中は、すべてのセルから均一にエネルギーを取り出します。万一、特定のセルが故障した場合は、モジュール単位で交換します。高電圧バッテリーを特に効果的に冷却するため、冷却用にエア・コンディショナーの冷媒を使用しています。冷媒を温めるための熱交換器も用意し、外気温度が低いときには発進前に最適作動温度の 20°C 前後まで冷媒温度を上げます。こうした事前準備を行うことにより、バッテリー出力、航続距離、耐久性にとって最適な作動環境を保証します。

BMW グループは、車両と同等の耐用年数を実現することを目標にバッテリーを設計・開発しました。バッテリーの保証期間は 8 年、または走行距離 10 万キロまでとなっています。

パワートレインだけでなく、BMW i3 のすべての電装品にエネルギー効率の高いデザインを採用しています。内外の照明には省電力のLEDを使用しています。オプションで提供される室内用ヒーターはヒート・ポンプ方式で、一般的な電気ヒーターに比べて最大30%の節電効果をもたらします。

ドライブ・モジュール内に平らに配置したバッテリーの重量は、約230kgです。BMWグループが開発したバッテリー・ハウジングとモデル特有の固定システムによって、環境や衝突時の影響から高電圧バッテリーを保護します。またソフトウェア・レベルとハードウェア・レベルのカットオフ・メカニズムを組み込んだ3つの安全性レベルにより、電気システム全体を確実に保護します。

バッテリーと電気モーターの連携動作に関係するパワー・エレクトロニクスもまた、BMWグループで開発しました。パワー・エレクトロニクスはバッテリーから電気モーターに電力を供給するときのインバーターとして、また高電圧バッテリーと12ボルトの電気システムの間で電力を融通しあうときの変圧器として機能します。また強力なソフトウェアの働きで、惰走時のエネルギー回生によりもたらされる電流を極めて効率的に利用します。さらにバッテリーの充電機能も、パワー・エレクトロニクスに統合されています。バッテリー充電時の出力を、電源の種類に応じて3~50kWの範囲で調整します。

柔軟性が高く、迅速かつ快適：電力網からの充電方法

電気自動車のエネルギー補給をドライバーにとって極力簡単、かつ快適なものにするため、BMW i3には柔軟性が高く高性能な充電システムを用意しています。従来からの家庭用コンセントに代わって、BMW iウォールボックスを用意しました。これを設置すると家庭用電源から取り出せる最大の電流で充電でき、基本構成のシステムでも約6時間あればバッテリーを満充電できます。BMW iウォールボックスは、国ごとの電力網の電流の強さ、電圧の違いに対応した国別仕様が用意されています。したがって、電力網およびウォールボックスの仕様によって充電時間は変わってきます。

最新の公共用充電装置(50kW)を使った場合は、約30分で80パーセントの充電率が得られます。つまり、たまたまバッテリーを完全に使い切るようなことになったとしても、昼休み程度の時間があれば十分に充電できるということです。

「リザーブ・タンク」代わりのオプション装備：レンジ・エクステンダー

BMW i3には、航続距離を延ばすレンジ・エクステンダーがオプションで用意されます。走行中、リチウム・イオン・バッテリーの残量が一定のレベル以下になると直ちに充電を行うこのシステムの実体は、排気量650ccの2気筒ガソリン・エンジンです。これはリヤ・アクスルの上方、電動ドライブに隣接して取り付けられます。レンジ・エクステンダーを装備したことでラゲージ・ルームが小さくなるようなことはありません。容量9リッターの燃料タンクは、車両のフロント・エリアに搭載します。

このシステムのエンジンは 25kW[34ps]の出力で発電機を駆動し、電気を生み出します。システムはオンデマンド制御され、負荷に応じて最適かつ高効率で作動します。すでに説明した通り、BMW i3 の航続距離は ECO PRO モードで約 20km、ECO PRO+モードでさらに約 20km 延長できますが、レンジ・エクステンダーを装備すると航続距離はさらに 100km 以上延長できます。つまり航続距離は最大で約 300km に達します。BMW i3 は、発電専用のレンジ・エクステンダーが用意された世界初の電気自動車です。

ライトウェイト・デザインを極限まで追求：DIN 規格による空車重量は 1,195kg

電気自動車ではバッテリーの容量とエネルギー消費率が航続距離に直接影響を及ぼすため、車両重量が極めて重要な要素になります。そこで BMW i3 ではインテリジェント・ライトウェイト構造を徹底的に追求しました。そうすることが、駆けぬける喜びを高め、エネルギー消費量を抑え、航続距離を延長することにつながるからです。

BMW i モデル専用開発されたライフドライブ・アーキテクチャーは、電気自動車に特化した車両コンセプトにとって理想的な条件を整えています。その中心的な役割を果たすのは、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製のパッセンジャー・セル(ライフ・モジュール)です。軽量で衝突安全性に優れたこのハイテク素材を、これほど大規模に使った量産モデルは過去に例がありません。アルミニウム製のドライブ・モジュールと両モジュールの結合部も、軽量構造の原則を貫いています。このライフドライブ・アーキテクチャーに基づくボディ構造を採用したことにより、リヤ・エンドのアウトター・スキン部分にガラス繊維強化プラスチック(グラス・ファイバー)の射出成型部品を使用することができました。これで従来の鋼板製の構造と比べて約 30 パーセント軽量化できます。また BMW i3 では、車両後部に搭載した電気モーターに直接、パワー・エレクトロニクスが固定されています。これで接続ケーブルが短縮され、パワートレインの重量は約 1.5kg 軽量化できました。BMW i3 のシャシー・コンポーネントにも、軽量化につながる構造が採用されています。例えば鍛造アルミニウム製アームは、従来のものに比べて約 15 パーセント軽量化されています。同じくドライブシャフトには中空軸を採用し、約 18 パーセントの軽量化を達成しています。BMW i3 に標準装備の 19 インチ鍛造アルミ・ホイールは、同等のスチール・ホイールと比べて約 36 パーセント軽くなります。

ダッシュボードの支持構造については、二つの方法で軽量化を実現しています。ひとつは軽量素材のマグネシウムを使うことです。さらに、この素材は従来の鋼板よりも材料特性に優れているため、形状を最適化する余地が生まれました。これらを合わせて、約 20 パーセントの軽量化を実現しています。さらにマグネシウム製支持構造は結合強度が大きく、剛性を高める作用があります。このため部品点数を減らすことができ、さらに約 10 パーセントの重量削減が追加できました。ドア・トリム・パネルは再生可能素材を使用し、約 10 パーセントの軽量化を実現しました。さらにネジやボルトにもアルミ製のものを使用しており、こうしたことから軽量構造戦略の徹底ぶりが窺えます。エンジニアたちが細部に至るまで軽量構造にこだわったことを示す目に見える証しが、ハニカム構造のワイパー・ブレードです。この他、BMW i3 のために鋳造アルミ製ワイパー・ホルダーを開発しました。このホルダーは、力の伝わり方を考慮して形状を工夫、これまた軽量化に貢献しています。

4. セーフティ： あらゆる状況で最大限の保護を実現



BMW i3に限らず、効率性の観点から見るとクルマのボディは強度が大きければいいというものでもなく、軽量化することが極めて重要です。見方を変えると、ボディは軽ければいいというものでもなく、何よりも安全でなければならないとすることができます。この一見すると相容れない2つの要件を、エンジニアの先駆的アプローチによって両立させることに成功したのがBMW i3の車両構造です。この構造では、軽量構造と安全性が共存しています。しかも互いに妥協した結果の産物といった話ではありません。BMW i3のライフドライブ・コンセプトに採用したアルミニウムとCFRPという材料の組み合わせは、衝突試験で他の車両構造とまったく同等の成績を収めたばかりか、いくつかの側面では軽量であるにも関わらず、一段と優れた結果を出しました。炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を使用することで、極めて軽量なボディ製造への道が拓けます。CFRPには、衝撃エネルギーの吸収能力が極めて高く、損傷にも強いという特徴があります。CFRPは、安全性を損なうことなくボディ製造に使用できる最も軽量な素材です。

ライフドライブ・コンセプトは、上下2つに分かれた独立したモジュールで構成されます。ドライブ・モジュールはアルミニウム製シャシーで、安定した基礎を構成しながらバッテリーや駆動系を組み込んだ一体構造となっています。他方、ライフ・モジュールの中核的構成要素は、高強度で極めて軽量の炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製パッセンジャー・セルです。この革新的なコンセプトにより、BMWグループはライトウェイト・デザイン、車両アーキテクチャー、衝突安全性をこれまでにない高い次元で融合させました。

ライフドライブ・モジュールが最適な安全性を提供

自動車には極めて高いレベルの衝突安全性が要求されます。世界各国の消費者保護組織や立法機関が定める厳しい規制に従って、さまざまな衝突安全基準を考慮しなければなりません。BMW i3のコンセプト開発段階で、BMW iモデルの新しいボディおよび安全コンセプトに関して、国際的な衝突試験機関との集中的な意見交換が行われました。

高強度パッセンジャー・セルは、ライフドライブ・モジュールのインテリジェントな負荷分散能力と相まって、最適な乗員保護機能のための前提条件を提供します。車両の構造部分にまで損傷が及ぶ時速64km/hでのオフセット前面衝突の後でも、この極めて硬いCFRPは乗員を無傷で生還させるためのサバイバル・スペースを確保します。その際、ドライブ・モジュールの前後に設けたアルミニウム製衝撃吸収構造が、追加の安全性を保証します。そのためボディの変形量は、同等の鋼板製ボディのクルマよりもずっと少なくなります。さらに、CFRP製ボディの「コクーン効果」のおかげで、衝突後も確実に問題なくドアを開けることができます。また、衝突した物体が車内に侵入することもまずありません。

救助活動のシナリオも確認が済みであり、そのテストも行われました。標準化された切断試験において、事故に巻き込まれたBMW i3から乗員を救出する場合の難易度は、在来車両と変わらないだけでなく、たとえば高張力鋼に比べると軽量で切断性に優れるため、作業が容易になるという側面があることも確認されています。

高強度で衝撃エネルギーの吸収能力に優れた CFRP は、損傷にも極めて強いという性質があります。高速で衝突した場合でも、ほとんど変形が見られません。高強度のこの素材で作られたパッセンジャー・セルは、F1 マシンのコクピットと同様、極めて頑丈なサバイバル・スペースを確保します。それに加えて、前面または後面衝突時にもボディは変形することなく、事故後でも問題なくドアを開けることができます。

樹脂を含浸する前の「ドライ」状態の CFRP マットは加工性において繊維とよく似ており、とても柔軟に成形することができます。樹脂を注入し、硬化させると、目指す形状と硬さを備え、少なくとも鋼材並みの強度を持ち、しかもはるかに軽量の複合素材部品となります。

CFRP はまた、繊維に沿った方向の耐摩耗性が高いという性質があるため、負荷が作用する向きに合わせて部品の強度を高めるといった工夫ができます。そのためには、部品内で繊維が負荷のかかる方向を向くように配置します。向きの異なる繊維を重ね合わせれば、複数の方向からの負荷に耐える部品を作ることができます。強度があらゆる方向に均等の素材、たとえば金属材料に比べ、より効率的で無駄のないコンポーネントを設計できます。こうした特性が、さらに材料の節約と重量の軽減を可能にし、結果的に新たな軽量化の可能性をもたらします。衝突時の慣性質量が小さくなれば、衝撃エネルギーを吸収させるための構造を簡略化でき、それがまた新たな重量軽減につながるのです。

側面衝突時にも乗員を最大限に保護

CFRP の衝撃エネルギー吸収力は並外れています。CFRP の優れた衝突安全性が特に威力を発揮するのが、ポールへの衝突時や側面衝突時です。この種の衝突では、比較的狭い範囲に集中的に大きな衝撃力がかかるものですが、そのような場合でもこの素材はほとんど変形せず、乗員はこれ以上ないほど安全に保護されます。つまり、CFRP の特性が最も発揮されるのは車両側面なのです。実際にこの部分は、パッセンジャー・ルームへの突出を 1cm でも減らすことが極めて重要となるからです。とはいえ CFRP にも限界があります。作用する外力が材料の強度限界を超えると、CFRP は徐々にばらけ、繊維とプラスチックが分離します。

二つの世界の最善策 - アルミニウムと CFRP の組み合わせ

新しいドライブ・モジュールは、高いレベルの衝突安全性の要求を考慮して設計されました。ドライブ・モジュールの前後に設けたアルミ製のクラッシュブル構造部分は追加の安全性をもたらします。前面衝突または後面衝突時に作用する衝撃エネルギーの大半は、ここで吸収できます。他方、バッテリーは最も安全な場所であるフロア下に格納されています。統計的に見て、衝突事故の際に衝撃が最も伝わりにくく、したがって変形が最も少ないのがこの部分です。それに加え、バッテリーをフロア下に搭載すれば重心が下がり、俊敏性にも良い効果が得られるほか、横転や転覆といった事故を防ぐためにも効果があります。

Euro NCAP に従って 32 km/h でポールに車両側面中央を当てる側面衝突試験でも、このカーボンファイバー複合材料は際立ったエネルギー吸収力を示しました。ライフ・モジュールは全ての衝撃を受け止め、変形はわずかしか見られません。これにより最適な乗員保護機能を保証します。CFRP がエネルギーを分散させた場合でも、乗員や他の道路利用者へ危険を及ぼすことはありません。

CFRP 製ライフ・モジュールの卓越した変形特性は、高電圧バッテリーにもベネフィットをもたらします。側面衝突試験では、ポールはバッテリー部分まで突き抜けることはありませんでした。採用した複合材料とライフドライブ・モジュールの間に緻密に応力配分を考慮してあるため、高電圧バッテリーはサイド・シル部分で最適に保護されます。

全体として、高強度パッセンジャー・セルはライフドライブ・モジュールのインテリジェントな負荷分散能力との関係で、最適な乗員保護のための前提条件を生み出します。

火災の場合でもリチウム・イオン・バッテリーは安全に

BMW i モデルの開発では、安全性が重要な基準になっています。このクルマには、通常の走行時や火災事故の際に安全性を確保するさまざまなシステムや措置が実装されています。高電圧システムは、事故の影響を最小限に抑え込むため、法定基準以上に厳しい社内基準に沿って設計されています。高電圧バッテリーには、あらゆる状況でバッテリーの安全な動作を保証する装置が備わっています。最近、権威ある DEKRA の E モビリティ・コンピテンス・センターが広範なテストを実施しました。その内容は、引火性、火炎の広がり方、消火要件などで、放水により飛散した消火用水の汚染状況もテスト項目に含まれていました。テスト・レポートは、サマリーで次のように述べています。「リチウム・イオン・バッテリーを動力源とする電気自動車およびハイブリッド自動車の火災事故時の安全性は、在来駆動方式の車両と少なくとも同等レベルに達している。」

このような衝突の際に最大限の安全性を提供するため、高電圧バッテリーは乗員拘束装置が作動したときに高電圧システムから切り離され、バッテリーに接続されているコンポーネントは放電します。そうすることで、感電や火災につながるおそれのあるショートをほぼ確実に防ぐことができます。

5. 持続可能なモビリティのための インテリジェント・ネットワーク： BMW i3 の BMW コネクテッド・ドライブ



BMW i3 は、世界で初めてネットワークにフル対応した電気自動車です。BMW コネクテッド・ドライブが提供する革新的なドライバー・アシスタント・システムと、電気だけを動力源とする駆動技術に合わせてカスタマイズしたモビリティ・サービスは、ゼロ・エミッションによる日常の足としての使い勝手はもちろん、安全性、快適性、さらに車内でのインフォテイメント・サービスの利用による利便性をアップします。BMW コネクテッド・ドライブは、他に例のないやり方で、持続可能性と駆けぬげる喜びを完全に両立させるモビリティ・プランをドライバーが作成するのをサポートします。

電気自動車に必要なニーズを考慮して開発された専用ナビゲーション・サービスは、実績豊かでありながら 2013 年に新しい方向性を打ち出した BMW コネクテッド・ドライブを補完します。これには、例えばコンシェルジュ・サービスと呼ぶ案内サービスやインテリジェント・エマージェンシー・コールといったモビリティ・サービスのほか、市街地で移動する際の快適さ、安全性を向上するための数々の革新的なドライバー・アシスタント・システムが含まれます。BMW コネクテッド・ドライブ・サービスへは、車両に標準装備した SIM カードを通じてアクセスします。

BMW i3 の登場と同時に、ドライバーと車両の連携機能も新たな次元へと進化します。BMW i 専用の BMW コネクテッド・ドライブ・リモート・アプリを使えば、モビリティ・プランの作成に使用する車両データをドライバーの所有するスマートフォンに転送できます。また BMW コネクテッド・ドライブからは、駐車場所から目的地まで徒歩で行き、再び戻ってくるための歩行者ナビゲーションをさらに発展させ、モビリティ・プランに近距離公共交通機関の利用も考慮することのできる、世界でも他に例のないインターモーダル・ルートガイドを提供します。BMW i3 での移動に始まり、駐車場を探し、バスや地下鉄に乗り換え、最後は徒歩で移動する行程まで含め、BMW i の BMW コネクテッド・ドライブ・サービスはドライバーを正確かつ効率的に、あらゆる目的地まで誘導します。

市街地での快適かつ安全なモビリティのために、 BMW コネクテッド・ドライブのドライバー・アシスタント・システム

BMW i3 にオプションで提供されるドライビング・アシスト・プラスには、60km/h 以下の車速で機能し、前走車だけでなく停車中の車両や歩行者も検知できるブレーキング機能付き衝突警告とストップ &ゴー機能付きアクティブ・クルーズ・コントロールが含まれます。このシステムは、警告音や警告灯だけでなく、必要に応じて最大の制動力をかけて自動的に減速します。また同じくオプションのパーキング・アシスタントは、ステアリング操作だけでなくアクセル・ペダルやブレーキの操作も自動で行い、BMW i3 を道路に並行に配置されたパーキング・ロットに全自動で駐車することができます。BMW i3 には、標準装備のリヤ・センサー付きパーク・ディスタンス・コントロール(PDC)を補完する装備としてリヤ・ビュー・カメラが提供されます。その他、渋滞時の発進および減速と車線維持に必要なステアリング操作を受け持つことができるトラフィック・ジャム・アシスタントもオプションで提供されます。また、ナビゲーション・システム関連では、スピード・リミット・インフォ機能が用意されています。

BMW i 専用開発された BMW コネクテッド・ドライブのモビリティ・サービスと 360° ELECTRIC のサービスでは、ナビゲーション・システムとエネルギー・マネジメントが中核的な機能を受け持ちます。ドライバーと車両とのあらゆる情報交換を通じて、現在のモビリティに関するニーズと利用可能なエネルギー・リソースを比較します。BMW i3 のバッテリーをフル充電した状態なら、日常の走行条件でおよそ 130~160km を補充電なしに走行できます。プロジェクト i の一環として 1,000 人を超える参加者の協力を得て実施し、延べ二千万キロメートル以上の走行距離に及ぶ実地走行テストの結果、130~160km の航続距離を確保できれば、大都市圏の日常的なモビリティ・ニーズを余裕でカバーできることが確認されました。このテストでは、実際には 1 日あたり平均 45km しか走行しないことがわかりました。BMW i3 に標準装備される BMW コネクテッド・ドライブのモビリティ・サービスでは、こうした一般的な適性を個々の走行状況に適応させる役割を果たします。ローカル・ゼロ・エミッションを実現するクルマのもたらす駆けぬける喜びを最大限に高めるため、インテリジェント・ネットワークを活用するための道ならしをするのです。

正確、最新、信頼：ダイナミック・レンジ・ディスプレイ付きナビゲーション・システム

BMW i3 にオプションで提供されるナビゲーション・システムは、BMW i のために専用開発された BMW コネクテッド・ドライブ・サービスによって、その機能をさらに強化しています。ルート・プラン作成と実際の走行については、航続距離アシスタントがサポートします。ナビゲーション・システムで選択した目的地が推定航続距離を超えた場所にある場合、ドライバーに ECO PRO モードまたは ECO PRO+モードへの切り換えを促すだけでなく、より効率的な代替ルートを計算します。途中で充電する必要がある場合には、付近にある誰もが利用可能な公共充電ステーションを探し、ドライバーに提案します。

ネットワークに接続されたナビゲーション・ユニットのもうひとつの中核的要素に、ルート・プランに関係するあらゆる重要な影響を考慮して極めて正確で最新かつ信頼性の高いデータを提供する、ダイナミック・レンジ・ディスプレイ(航続距離自動表示)機能があります。バッテリーの残量、ドライバーの走行スタイル、快適性に関する電装品の作動状態、走行モードの選択状態のほか、地形的な条件や現在の交通状況、外気温度などを考慮して、より実際に近い航続距離を計算します。このシステムが、選択したルート前方に待ち受ける上り坂や発進/停止を繰り返す交通状況、あるいは渋滞を察知すると、そのことでエネルギー消費量が増大し、航続距離が短くなると判断します。リアルタイム交通情報からもたらされる最新かつ詳細な交通状況も航続距離の算出に採りこみます。情報を分析し評価するのは、車両と常時接続されている BMW コネクテッド・ドライブ・サーバーです。BMW i3 に装備された SIM カードを通じて、車両と BMW コネクテッド・ドライブ・サーバー間の信頼性の高い接続を保証します。

ダイナミック・レンジ・ディスプレイの情報は、BMW i3 のセントラル・インフォメーション・ディスプレイのナビゲーション・マップ上にレーダー・チャート形式で表示されます。その際、車両の現在位置を中心に、到達可能な最も遠い地点までを直線で結んだチャートが、走行モード別に表示されます。

BMW コネクテッド・ドライブ・サービスで目的地のずっと先までの移動プランを作る

ナビゲーション・システムは、現在の目的地までのルート・ガイダンスに必要な情報だけでなく、さらにその先を目指したモビリティ・プランの作成もサポートします。その際、エネルギー・マネジメントについては現在のバッテリー残量だけでなく、途中で充電する可能性まで考慮します。BMW i3 のリチウム・イオン・バッテリーは、家庭用のコンセントから充電できます。様々な電力網への接続に必要な充電ケーブルは、BMW i3 に備え付けられています。電気自動車専用につけられた充電ステーションを利用すれば、充電は一段と迅速かつ手軽に行えます。BMW コネクテッド・ドライブ・サービスは、ドライバーがその種の施設を探すのもお手伝いします。ルート沿いまたは目的地の近くにある充電ステーションの位置は、すべてナビゲーション・マップに表示されます。

レストランやホテル、名所旧跡などの見所 (Poi: Points of interest) の情報を表示させる画面には、希望に応じて充電ステーションや利用可能な駐車場の位置を表示させることもでき、駐車場の空き状況や充電ステーションの使用状況を確認できます。空きロットの数は、BMW サーバー経由で常時更新されます。近い将来、クルマに乗ったままで充電ステーションを予約することも可能になるでしょう。こうした完全なネットワーク対応により、電気自動車の利用者は BMW コネクテッド・ドライブが提供する様々な新しいサービスを、車両購入後でも新たに登録し、利用することができます。

BMW コネクテッド・ドライブ・サーバーの情報は分単位で更新され、ルート・ガイダンスの途中でも目的地のステーションが利用可能かどうかについての追加情報を知らせます。それによりドライバーは、例えば目的地付近にある充電ステーションを利用するかどうかを早期に決めることができます。さらに追加情報として、システムはどの程度の充電時間を見込めば元のルート沿いに引き返せるか、または次の目的地に向かうことができるかをドライバーに知らせます。ナビゲーション・システムを通じて提供される BMW i のための機能がふんだんに揃えられた BMW コネクテッド・ドライブ・サービスにより、電気だけで走るクルマのためのプランを、比類ない正確さ、信頼性、快適性で作成することができます。

ドライバーと車両を結ぶインテリジェント・ネットワーク:

BMW i 専用の BMW コネクテッド・ドライブ・リモート・アプリ

モビリティ・プランを作成するための情報は、車内だけでなくスマートフォンで受け取ることもできます。そのために、BMW i のために開発されたアプリを使用します。このアプリを使えるプラットフォームは、オペレーティング・システムに iOS またはアンドロイドを利用しているスマートフォンです。このアプリは、BMW コネクテッド・ドライブのためのリモート・サービスの開発に伴って生まれました。

BMW i のリモート・アプリを使って、ドライバーはいつでも愛車の車両データやルート作成に関係する情報にアクセスできます。また充電ステーションの場所や空き状況、現在のバッテリー残量でその充電ステーションまでたどり着けるかどうか、などを確認することもできます。さらに車載のナビゲーション・システムと同様、航続距離をレーダー・チャートで表示できます。インテリジェント・ネットワークのおかげで、ドライバーは車外から、例えば自宅や職場、または駐車場に向かう道すがら自分の BMW i3 の状態をチェックし、事前に走行プランを練ることができます。

刻々と更新される充電ステーションや駐車場の空き状況などは、BMWコネクテッド・ドライブのカスタマー・ポータルからオンラインで確認することもできます。そのほか、ChargeNowネットワークでも、公共充電ステーション網の利用の可否を表示できます。

公共の充電ステーションまたは BMW i ウォールボックスに車両を接続した後は、充電プロセスをリモート操作またはタイマー機能で制御できます。航続距離の計算結果は、車内と同じ雰囲気グラフィックが表示される画面で、スマートフォンからも確認できます。目的地と同様、空いている充電ステーションも BMW i アプリで探し、選択し、結果を車両に転送することができます。さらに、車載のインフォメーション・ディスプレイと同様に、BMW i アプリを使ってルート沿い、あるいは目的地近くにある充電ステーションの位置を表示させることができます。したがってドライバーは、当面の目的地までの走行プランを早めに、先を見越して計画できるだけでなく、その後のモビリティの状況にも余裕を持って対応することができます。

さらなる可能性として、充電プロセスだけでなく出発前の車両の準備をリモート操作することができます。BMW i3 を充電ステーションまたは BMW i ウォールボックスに接続した後は、スマートフォンで充電プロセスを操作できます。この他、高電圧バッテリーのヒーターやエアコンディショナーもリモート操作ができます。外気温度が低い場合でも、バッテリーを予熱し、バッテリーの性能や航続距離、耐久性の観点から最適な作動状態を保証することができます。また充電プロセスをアプリでプログラムし、割安な電気料金が適用される時間帯、例えば夜間に充電を行うことができます。

インターモーダル・ルート・プランの作成：

BMW i モビリティ・サービスを利用して、効率的かつ快適に目的地に到着

事前に選んだ駐車場にクルマを停めた後、BMW i アプリの歩行者ナビゲーション機能を使って徒歩で最終目的地に向かうこともできます。その際、ドライバーが車内で設定した目的地は BMW コネクテッド・ドライブ・サーバー経由で BMW i アプリに自動転送されるため、スマートフォンでルートガイドを継続することができます。さらに、大都市の中心部で使用することを前提に開発した BMW i 専用ナビゲーション・システムには、世界でも例のない、インターモーダル・ルート・プラン作成機能が盛り込まれています。

インターモーダル・ルート・プラン作成機能は、公共交通機関の利用も考慮できます。ルート・プランに、近距離公共交通機関の路線を組み込み、走行中にそれを BMW i3 のナビゲーション・システムに表示させることができます。ドライバーは BMW i3 の車内でインターモーダル・ルートを選択できるわけです。そのうえで、適当な駐車場またはパーキング・ビルまで運転し、そこでクルマを降り、BMW i アプリを頼りに路線バスまたは地下鉄に乗車し、最後は徒歩で目的地に向かい、その後再び逆コースをたどってクルマまで戻ります。その間、駐車場所をアプリでいつでも確認できます。

ドライブ終了後、ドライバーは匿名で、自分の走行プランと他の BMW i3 ユーザーのプランと効率面で比較することができます。それにより、モビリティ効率の向上の余地を知り、走行プランを最適化するヒントを得ることができます。

6. BMW i は自動車を超えてその先を見通す 360° ELECTRIC、セールスそしてサービス



BMW i3 のために BMW i は広範な製品およびサービスを用意しており、これによってクルマ自体だけでなく、様々なお客様の要望に応えます。360° ELECTRIC の総合パッケージにより、日常での E モビリティのメリットを確実に、快適かつ柔軟に体験することができます。360° ELECTRIC のポートフォリオは 4 つの柱に基づいていて、基本的に自宅での充電、公共の充電ステーションでの充電、モビリティの確保、航続距離制限を克服するための革新的なモビリティ・コンセプトへの統合といった分野を含んでいます。

ホーム・チャージング: 自宅で快適に充電

自宅にガレージや個人の駐車スペースを持つお客様のために、BMW i はカスタマイズ可能なソリューションを提供します。これにより自宅での充電を安全かつ快適に、極めて迅速に実施できます。そのために BMW i は 2013 年 1 月、シュナイダー・エレクトリック社およびモビリティ・ハウス (TMH) 社と広範なパートナーシップを結びました。この協力の目的は、BMW i3 の市場導入時に自宅ガレージでの快適な充電を可能にするため、お客様にとって便利で効率的な充電設備を提供することです。そのために BMW i は充電用ステーション (BMW i ウォールボックス) 本体を提供するだけでなく、自宅へ設置する際の現場の点検、充電ステーションの納入・組立などの作業、またメンテナンスや相談受付、その他のサービスも含まれています。

BMW i はさらに、再生可能なエネルギー源からの電力利用を支援しており、厳選されたパートナーと協力してさまざまなグリーン電力製品を選択できるようにしています。BMW AG と Naturstrom AG 社との戦略的協力で、ドイツのお客様は今後、BMW i3 の走行に使用できるグリーン電力パッケージを入手することができます。Naturstrom AG 社は 100 パーセント再生可能なエネルギー (風力比率が非常に高い) から電力を供給するので、完全に CO₂ フリーでの電気自動車の走行を実現します。また、例えばお客様がソーラー・パネル付きのカーポートの設置を決定されたときには、BMW i がサポートします。

パブリック・チャージング: 外出先での充電

自宅や仕事場で BMW i3 を充電できなくても、360° ELECTRIC はさらに別の手段を用意してあります。駐車場の経営者様や公共の充電ステーション提供者様と協力して、BMW i はお客様に公共で利用できる充電用インフラストラクチャーへの道をご用意します。それに関し BMW i は、パートナーと共同でスマートフォンおよびナビゲーション・システムとのネットワーク化をサポートし、ユーザーが利用可能な充電ステーションの表示や、ChargeNow カードを使った簡単かつ明快な支払い処理を可能にします。ChargeNow カードは、各種充電スタンドへのボーダレスなアクセスと、キャッシュレスの支払いを可能にするものです。ChargeNow カードでは、BMW i のすべての市場で公共エリアの充電用インフラストラクチャーの供給者をできる限り多くとりまとめ、お客様がカード 1 枚でさまざまな供給者の充電スタンドを利用でき、その請求は BMW i から一括してお届けするものです。

現在、ドイツだけでも各種の支払いおよびサービス・コンセプトを設定している公共充電設備の供給者が 70 以上あり、この状況は調整が必要です。ChargeNow カードは BMW i の独自の製品であり、現在すでにお客様にとってインテリジェントな手段としてご利用頂けます。その課題は、関与するすべてのパートナーと一緒に包括的なサービスをさらに提供拡大することです。

公共の充電用インフラストラクチャーのネットワーク化に関する最新の例では、少し前に発表された HUBJECT GmbH のソリューション・ポートフォリオがあります。この会社は、BMW グループ、ポッシュ社、ダイムラー社、EnBW 社、RWE 社、ジーマス社の合弁企業です。この会社は、E モビリティ・サービスの供給者がそのサービスに e ローミングと呼ばれるサービスを追加できるようにします。電気自動車のドライバーがこれを通じて 1 つの供給者と契約をすると、欧州でネットワークされた既存のすべての公共充電ポイントへのアクセス権を受け取ります。BMW i のお客様は、このサービスを ChargeNow カードで利用できます。それにより将来、電気自動車の充電はキャッシュ・ディスペンサーで現金を引き出すのと同じくらい簡単になります。充電スタンドへのアクセスは規格化された QR コードで行い、スマートフォンのバーコード・スキャン機能とアプリを使用して充電プロセスを開始したり終了したりできます。

フレキシブルなモビリティ: 代替手段を巧みに利用

BMW i3 では航続距離が足りないとき、お客様は補足的なモビリティ・モジュールを利用することができます。これを使うと、例えば内燃式のエンジンまたはハイブリッド・ドライブを搭載する BMW モデルを一時的に利用し、かなりの長距離をドライブすることができます。そのためには 360° ELECTRIC を通じてそれぞれの年間割当てを追加することができます。また、BMW i のお客様は DriveNow カー・シェアリング・サービスを利用することもできます。

アシスタンス・サービス

BMW i3 のドライバーは、愛車に常に全幅の信頼を寄せることができ、必要とあれば 1 日 24 時間いつでもヘルプやサポートを求めることができます。そのために広範なサービスやモビリティ保証、あるいはインテリジェント・コンフォート機能などが用意されています。

スマートフォンを使ってバッテリーの状態や充電レベル、残りの航続距離、さらにはヒーター／エア・コンディショナーの機能を快適にモニターしたり、事前にプログラムしたりすることができます。オプションの拡張機能付きナビゲーション・システムが、旅行プランの作成やエネルギー消費面で最も有利なルート選定を支援します。さらに、ルート上の充電ステーションの位置を表示し、BMW i3 の航続距離を最適に利用できるようにします。BMW i はこれに関連して、公共充電用インフラストラクチャーのネットワーク化をパートナーとともに積極的に支援し、たとえば公共充電ステーションの事前予約の実現や、支払い手続きの簡素化と透明性の向上などを通じて、お客様がより快適に E モビリティを利用できる環境を整備します。

BMW i3 が日常の足としていつでも確実に機能するように、バッテリーやその他の電気システムは走行中も常時モニターされています。めったにない故障の場合でも、BMW サービス・モバイルまたはワークショップで診断して不具合のあるコンポーネントを特定することができ、最短時間で BMW i3 を走行可能な状態に戻します。そのサービスの範囲と品質は、在来の駆動方式の BMW モデルの場合とまったく同じです。

バッテリー切れで立ち往生した場合にも、お客様は BMW サービスによるサポートが利用できます。BMW サービス・モバイルに搭載された充電器を「リザーブ・タンク」代わりに使い、BMW i3 の高電圧バッテリーの充電レベルを回復させ、お客様がドライブを続行できるようにします。

必要な点検整備・修理作業は、BMW i サービス・パートナーが提供する包括的サービス・パッケージの枠内ですべて実施します。その際、BMW i のお客様の代替移動手段についても様々な選択肢が提供されます。またほとんどあり得ないことですが、万一故障やバッテリー上がり起きた場合は、BMW i のサービス・カーが現場に急行し、その場で BMW i3 のバッテリーを再充電します。

BMW i モデルの修理コストはセグメントの平均的レベル

自動車保険会社による調査とBMWの事故研究によれば、今日の自動車事故の大半が軽度の損傷であることがわかっています。確認された在来駆動方式のクルマの事故の約90パーセントは、外装パネルの損傷事故でした。BMW i3では、そうした状況を顧慮して、ボディ外皮全体に丈夫なプラスチック・パネルを使用し、それらをボルトまたはクリップで固定しています。この材料は小さな衝撃ならば吸収し、金属板だったら発生するへこみが残りません。また塗装がはがれても腐食することはありません。BMW i3 の外装部品の交換が必要な場合でも、その部分だけを素早く手頃な価格で交換でき、修理コストは在来構造のクルマより約40パーセントも低く抑えることができます。全体として、事故時の修理費用はBMW 1 シリーズと同等の金額になっています。そのため、当初の保険等級は通常のコンパクト・カー・クラスと同じレベルになると考えられます。

アルミ製部品と CFRP 製部品の修理は「冷間」工法で

生産工程で溶接されるアルミニウム構造のドライブ・モジュールは、修理時に「冷間(熱を使わない)」修理法である「接着およびリベット留め」で修理します。この方法は、すでに 2003 年から BMW ワークショップで使用され、効果をあげています。

ライフ・モジュールのCFRP構造部分の修理については、車両コンセプトの開発時にすでに要求仕様の最上位にありました。例えばサイド・フレームに関して、いくつかの修理箇所を定義しました。側面衝突後、損傷したサイド・シルを交換する必要がある場合には、ワークショップは目視点検と損傷の判断の後、特許を取得したフライス工具を使ってサイド・シルの既定の修理箇所のみを切り離します。その後、必要なサイド・シル部品をぴったり合うように仕上げ、損傷した車両に取り付けます。新しい部品は、リペア・エレメントを使用して切断箇所に接着します。

すべての BMW i 正規ディーラーで、外装修理を行うことができます。またライフ・ドライブ・モジュールの製品特有の特徴に基づいて、修理センターが設置される予定であり、そこでは専門の従業員がアルミニウムまたは CFRP 構造に損傷を受けた車両の修理を行います。

フレキシブルに利用可能なパーソナル・モビリティへの入り口：新しいセールス・コンセプト

BMW iは、サステナビリティにこだわった、心躍るデザインを持つ未来志向のクルマです。BMW iはプレミアム・モビリティへの新しいアプローチ方法を提案します。未来のニーズやユーザーの要望に応え、それに相応しいパーソナル・モビリティとフレキシビリティを提供するのです。そして提供する製品やサービスの数々にできるだけ簡単にアクセスできるようにという考えから、BMW iのための新しい販売チャンネルを複数用意します。その際、特に重視するのは購入過程の柔軟性を向上させることです。顧客志向に徹し、お客様のご要望に寄り添うことで、ブランドを体験するためのまったく新しい道を切り拓きます。さらにこうすることで、BMW iブランドと競合ブランドとを明確に差別化するツールにもなります。

将来は一部の市場で、BMW iの製品やサービスを販売するためのマルチ・チャンネル・モデルを導入します。正規ディーラーという既存の固定された販売チャンネルの他に、モバイル・セールス・チームによるカスタマー・インタラクション・センター(CIC)を導入し、さらにインターネットを通じたセールス活動を展開します。新しい販売チャンネルはすべて、相互に完全にネットワークで結ばれます。お客様は希望するチャンネルを選ぶことができ、購入プロセスの途中でいつでもチャンネルを変えることもできます。カスタマー・インタラクション・センター(CIC)は、お客様に個人的なサービスを提供し、お客様毎のご希望に沿った形でサポートします。提供するサービスは、モビリティ・サービスやサステナビリティに関する情報全般の提供のほか、モバイル・セールス・アドバイザーの仲介も含まれます。

購入予定のお客様は、BMW のショールームに限らず自由に場所を選んで、モバイル・セールス・アドバイザーとの個人的な対話を通じて BMW iの製品に関するアドバイスを受けることができます。その場合、購入するモデルの選定から装備、カラーリングなどのご希望はもちろん、ローンを含む支払い方法についても事前に決めることができます。お客様から申し入れがあった場合、モバイル・セールス・アドバイザーがお客様の最寄りの BMW i 提携ディーラーに連絡し、試乗手続きをします。お客様は試乗前の車両説明や実際に試乗する間も、モバイル・セールス・アドバイザーのサポートを受けることができます。

そしてお客様との契約は、ディーラーとの間ではなく、BMW AG と結びます。これは、どのような手順を踏んで購入決定に至ったかというプロセスや、買取りかリースかなどの契約形態には一切関係ありません。もちろん、従来通りに BMW 正規ディーラー経由の販売チャンネルは維持され、今後も自動車販売の重要な役割を果たします。前述のマルチ・チャンネル・モデルの導入は、特約パートナーにとっては追加リソースの提供を意味し、顧客サポートにより多くの時間を費やせるようになります。

BMW iの車両は、すべてが BMW 正規ディーラーを通じて販売されるわけではありません。ターゲット・グループと車両の性格を考え、当面は大きな需要が期待される地域、つまり大都市圏の選ばれた BMW i パートナーを通じてセールスを展開します。ヨーロッパで BMW i を扱うのは、既存の BMW 正規ディーラーの一割強になる見込みです。とはいえ、お客様の満足と BMW i モデルの航続距離を考慮すれば、欧州全土にくまなくサービス拠点を展開するという基本目標に変わりありません。標準的なサービスは既存の BMW サービス・ネットワークでカバーすることができます。また CFRP 製ライフ・モジュールや高電圧バッテリーなどの BMW i 特有の特殊な部品のサービスは、厳選された BMW i パートナーのエキスパートが当たることになります。

7. あらゆる段階で持続可能性を追求： 製造



BMW i3 の車両構造は、他に例のないライフドライブ・コンセプトをベースとしています。このライフドライブ・コンセプトは、電気自動車に必要なあらゆる技術的条件、つまり軽量で、十分な航続距離を持ち、広々とした車内空間と卓越した走行特性、高度の安全性を一体化する、という条件を満たしています。この革新的な構造は、2つのモジュールで構成されます。パワートレイン、シャシー、バッテリーを搭載し、走行機能を受け持つアルミニウム製ドライブ・モジュールと、乗員を乗せるパッセンジャー・セルを形成する炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 製ライフ・モジュールです。この例を見ないコンセプトを実現するにあたり BMW グループは、自動車業界全体に大きなインパクトを与えるほどの新しい製造方法を確立しました。この新しい製造コンセプトも、BMW i の持続可能性の原理を車両製造工程に導入するための重要なファクターです。

BMW i:CFRP を量産車に本格導入した先駆者

BMW i の車両コンセプトの重要な特徴は、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) を大規模に使用したことです。CFRP 製パッセンジャー・セルの採用により、電気自動車である BMW i3 のバッテリーを含めた車両重量は、在来の内燃機関を搭載した自動車で燃料を満タンにした状態の車重よりも少なく抑えることができました。BMW i3 ほど大規模に CFRP を使用した量産車は世界に例がありません。BMW グループは今回、革新的素材の CFRP を本格的に採用するに留まらず、生産や加工技術面でも先駆者の役割を果たしています。

アメリカ合衆国ワシントン州のモーゼス・レイクで BMW グループは、パートナーの SGL グループと合弁で炭素繊維工場を運営していますが、この工場は BMW i の車両製造のバリュー・チェーンにしっかり組み込まれています。つまり BMW グループは、CFRP コンポーネントの生産に欠かせない高価な原料の供給を、持続可能性を高めた状態で確保しているのです。CFRP のプロセス・チェーンのあらゆるステージを管理下に置いているという意味でも、BMW グループは自動車業界において例のない存在といえます。

約 1 億米ドル (7,200 万ユーロ) を投じて建設したモーゼス・レイクの炭素繊維工場では、現在約 80 の新たな職場を生み出しています。BMW i3 の製造を計画通りに立ち上げるため、同工場では 2011 年末からこの超軽量ハイテク繊維の生産を開始しました。ここの生産ラインは 2 つあり、年間の生産能力は各 1,500 トンで、世界で生産される CFRP の約 10 パーセントがここで生産されることとなります。

持続可能性の高いモーゼス・レイクの炭素繊維生産：全電力を水力で発電

モーゼス・レイク工場では、熱可塑性樹脂のポリアクリロニトリル繊維から炭素繊維 (カーボンファイバー) を製造します。そのために、繊維のすべての成分は複雑な多段階プロセスを経て気体に分離され、安定したグラファイト構造のほぼ混じり気のない炭素繊維だけが残るまでにします。これはわずか 7 マイクロメートル (0.007 ミリメートル) の細さの繊維です。ちなみに、人間の髪の毛は約 50 マイクロメートルの太さです。

続いて、自動車部門で使用するために、この 1 本 1 本のフィラメントを約 50,000 本まとめて「ロービング(粗糸)」にするか、「ヘビー・トウ(太い束)」にするかして、次の加工へ回すために巻き取ります。この太さの繊維の束は、自動車以外では風力発電用の大型ローター・ブレードなどに使用しています。

モーゼスレイクでの炭素繊維製造では、すでに生産用のエネルギーはすべて再生可能なエネルギーとなっており、現地での水力から発電しているため、CO₂を全く排出していません(100% CO₂フリー)。アメリカのワシントン州にあるこの最先端の工場は、エネルギー効率面でも基準を打ち立てています。従来の CFRP 生産に比べて、CO₂e(地球温暖化係数)を約 50 パーセント削減しています。

ヴァッカーズドルフ: 繊維生地への加工

合弁企業の第 2 の拠点であるドイツ・ヴァッカーズドルフ・イノベーション・パークでは、モーゼスレイクで生産された繊維の束を、工業規模で軽量の繊維生地に加工します。織物の場合とは異なり、この生地の繊維は互いに交差したり織り込んだりするのではなく、平面上に並べて配置します。織物の構造にすると繊維が曲げられてしまうため、炭素繊維自体の優れた特性が一部損なわれてしまいますが、この生地の繊維配置ならば、後に構成部品に加工したときにも最適な特性を保証します。

2 千万ユーロを投資して約 100 箇所の新たな職場を創出したことで、ヴァッカーズドルフの生産拠点では、現在すでに年間数千トンの炭素繊維生地进行を製造できます。これらの生地は、ランツフトとライプツィヒにある BMW 工場での CFRP 製構成部品や CFRP 製コンポーネントを製造するための材料になります。

ランツフト: CFRP 製コンポーネントへの加工

ヴァッカーズドルフから届けられる炭素繊維生地は、ランツフトとライプツィヒにあるプレス工場での CFRP 製ボディ部品に加工します。ランツフトでは、BMW グループのスペシャリストたちがこの 10 年の間に CFRP 製構成部品の製造プロセスをさらに発展させ、自動化させることに成功しました。そのため、現在では生産プロセスの信頼性も大幅に高められ、経済的に高品質の CFRP 製品を量産することができます。ランツフトではかなり以前から、この工業化された CFRP 生産設備で BMW の M3 と M6 のルーフ、M6 のバンパー・サポートを製造しています。

2012 年 3 月に 4 千万ユーロを投資し、約 100 名の従業員によって生産を開始したランツフトのカーボンファイバー生産拠点は、CFRP 製コンポーネントの重要なイノベーションおよび生産センターとして見なされています。革新的な軽量構造材料の加工を行う高い技術的ノウハウを維持するため、ランツフトでは社内の後継者作りにも目を向けています。そのため、研修生の枠を拡大し、年間 40 名の若者を研修生として受け入れています。

ライプツィヒ: 個別に素材を組み合わせる可変的な製法を採用

新たに建設されたライプツィヒのプレス工場では、最先端の CFRP 加工技術を利用して車両の製造を行います。BMW はこの大量生産用に作られた設備で、独自の炭素繊維複合材料を製造しています。

ここでの CFRP 製品の製造方法は、CFRP 製部品の構成(組成)や強度、形状を設計仕様に応じてプレス工場内の製造過程でいつでも個別に変更したり調整したりすることができます。ヴァッカーズドルフから届いたあらかじめ裁断加工された炭素繊維生地は、まずプリフォーム・プロセスと呼ばれる工程で、後に加工すべき形状にあらかじめ成形されます。その際は、加熱式のツールでラミネート・パッケージに安定した立体的形状を与えます。その後、それらの予備成形されたプリフォーム・ブランクのいくつかを組み合わせ、大型の構成部品に加工します。このようにすることで、アルミニウムや鋼板では実現することが難しかった大型のボディ部品などを製造することができます。

仕上げと予備成形の後、次に行われるプロセス・ステップは、RTM(Resin Transfer Moulding=レジン・トランスファー・モールドイング)加工と呼ぶ高圧下での樹脂成形法です。航空宇宙産業や船舶、風力発電用タービンの構造で知られる RTM 樹脂注入法の場合、プリフォーム・ブランクに高圧をかけた状態で液状の樹脂を注入します。繊維に樹脂が結合した後に硬化すると、この材料は剛性を得ることができ、傑出した特性を発揮します。

最大 4,500 トンの保持力を利用できるこのプレス工場では、樹脂が完全に硬化剤と結合し硬化するまでを、自社開発によって厳密に規定された時間、圧力、温度の各パラメータに従って行います。樹脂の硬化プロセスは通常、CFRP プレス工程の後に続いて行われますが、この特殊な BMW 独自の製造方法のおかげで、別の炉内で行わなければならない時間のかかる硬化プロセスを省くことができます。

CFRP 製造のために特別に設計されたこの新しいプレス工場は、従来の鋼板製造施設とは大きく異なります。基本的に無駄のない投資構造により、その生産に特化した投資を行っています。そのため、例えば従来型の製法における陰極浸漬塗装によるペイントショップを廃止することができ、建設費を大幅に削減できました。この製造方法は先駆的なものであり、莫大な時間を節約し、大型の CFRP 製複合部品の工業化を初めて現実的にしました。この方法では、10 分単位で成形部品をプレス工場から出荷することが可能になります。

BMW i3 のライフ・モジュールでは、サイド・ドア・フレーム全体などの複雑なコンポーネントでも、多くの構成要素を組み込んだ状態でこの施設を離れます。そのときには、すでに最高の製品品質、完璧な機能性、さらに非常に高い精密性を備えています。その後に行わなければならない作業は、構成部品の輪郭の細部の裁断や、まだ開けていない開口部の加工といった精密作業だけです。その際、各部品は特殊なウォーター・ジェット切断システムで加工した後、サンドブラストをかけて次の加工のために接着面の前処理を行います。従来の鋼板製サイド・フレームの場合、CFRP 製成形部品とは異なり、内側でも外側でも、次々と構成部品を組み付けなければなりません。通常の鋼板構造は基本的により多くのボディ部品を必要とするため、構造部分に限定したとしても BMW i3 のライフドライブ・モジュールよりも重くなります。

新しい精密ツールを使用した革命的なボディ製造

ライブツィヒの新しいプレス工場で新たに製造された CFRP 製複合部品やランツフートのプレス工場から届けられる CFRP 製部品は、新しいボディ製造施設で接合します。ここでは、従来の鋼板構造に比べて 3 分の 1 に減った約 150 個の部品から、BMW i3 のライフ・モジュールの基本形状を作成します。

ここではボルトやリベットの加工による煩わしい騒音や溶接時の火花もなく、100パーセント自動化された最先端の接着技術のみで製造します。これはBMWだけが持つ技術です。さらに、BMWが開発した他に類のない接合プロセスでは、個々の構成部品が接触することなく互いに1.5ミリメートルの接着ギャップで接合され、接着工程の後に最適な強度が保証されるようにしています。新開発の製造プロセスでは、ライフ・モジュールのすべての接合部品が常に互いに同じ間隔を保ち、同量の接着剤を供給されます。この優れた精度によってのみ、個々のCFRP製部品間で完璧な応力の伝達が行え、大量生産での最高の品質基準を保証できます。全体として、車両1台あたりで正確に設定された接着距離は、幅20ミリメートルで長さ160メートルにわたっています。

革新的な硬化技術で時間も節約

現在、CFRP製ボディ・セル(パッセンジャー・セル)は、レース仕様の特別な車両や少量生産の特殊なスポーツ・カー用としてのみ製造されています。少量生産の場合、製造にかかるコストはあまり重要ではありません。そのため、接着剤を硬化させるための時間に1日以上かける場合もあります。しかしBMW i3のような量産向けの場合はそうもいかず、この時間を最短にするため、BMWは硬化プロセスを大幅に速めました。

ライプツィヒ工場でCFRP製ボディの組み立てに使われる新開発の接着剤は、塗布してから90秒後に硬化が始まります。調整する必要がある場合は、この時間内に行います。そして1時間半後には十分な硬度が得られます。従来の接着プロセスに比べると、硬化時間は10分の1に短縮されています。この硬化時間をさらに10分以内まで短縮するために、BMWは追加の熱処理プロセスを開発しました。この場合、接着するCFRP製部品の特定の接着箇所を熱を加えると、硬化に要する時間を32分の1に短縮できます。

こうして出来上がった高強度CFRP製パッセンジャー・セル(ライフ・モジュール)は、ボディ製造施設からライプツィヒ工場内に新設された組立施設に移され、そこでアルミニウム製ドライブ・モジュールと接合されます。ディンゴルフィン工場から搬入されるドライブ・モジュールは、ライプツィヒで仕上げた後、ボルトと接着剤を使ってライフ・モジュールにしっかりと接合します。続いて、CFRP製ライフ・モジュール・セルの外側表面に、プラスチック製のアウトター・スキンを被せます。いくつもの部分に分かれた塗装済みアウトター・スキンの多くは、主に熱可塑性プラスチックの射出成形品です。これは従来の車両製造でもフロント/リヤ・エプロンやサイド・シルなどに使用されています。着色されたプラスチック成形部品は最終組立の際、内側のライフ・モジュール・セルに目立たないように特殊なマウントを使用してボルトで固定されます。

CFRPの再利用:クローズド・ループ式リサイクル

BMW iの開発過程でBMWグループは、CFRP製構成部品やボディ部品、分類された製造廃棄物のための世界で唯一のリサイクル・コンセプトを考案し、量産に適した形に発展させました。生産現場から出る廃棄物や、事故車/廃棄車両から取り出した価値の高い材料をさまざまな方法で再生し、可能であれば自動車製造に再利用し、不可能ならば別の用途に使用します。

リサイクル・プロセスでは、「ドライ」状態、つまり樹脂加工されていない材料による炭素繊維リサイクルと、「ウェット」状態、つまりすでに樹脂加工された（樹脂が混在する）プラスチックを使用する複合材料リサイクルとで区別します。生産中に発生したドライ状態の炭素の切れ端は、価値の高いフリース状の生地に再処理して、再利用するために製造サイクルに投入することができます。今日すでに、BMW i3 で使用する炭素繊維量の約 10 パーセントがリサイクルされた材料を使用しています。このプロセスは、自動車業界でも世界に類のないものです。

複合材料のリサイクル、つまり、樹脂が混ざった炭素繊維の処理の場合は、まず工業的に他のプラスチックと混ざった状態から CFRP を分離して、熱分解設備などで処理します。樹脂分解の処理熱は、損傷のない炭素繊維を分離するのに使用します。その後、これらの繊維を構成部品の製造時に使用することができるため、新しい繊維の必要量が減少します。例えば、リヤ・シート・シェルはリサイクルされた炭素繊維で製造されます。これは BMW の品質基準を 100 パーセント満たし、従来のグラスファイバー（GFRP）製マット構造の場合よりも 30 パーセントも軽量になっています。

リサイクルされる CFRP や炭素繊維は細かくされるか、短繊維にカットして、自動車業界以外でも多くの分野で再利用します。例えば、テキスタイル業界やエレクトロニクス業界（コントロール・ユニット用のハウジング材料）で使用することができます。「CFRP の二次繊維」の使用は、サステナブルな材料サイクルの要素でもあります。これにより資源を節約し、将来にわたり使用可能にするために原材料を確保します。

ライプツィヒ工場では BMW i3 の生産に必要な全電力を風力発電でカバー

BMW i3 の生産は、環境保護に関する新たな基準を確立します。すでに高効率を誇る BMW グループの生産ネットワークを構成する工場の平均と比べても、エネルギー消費量が約 50 パーセント、水の消費量は 70 パーセントも削減できるのです。ライプツィヒ工場では、BMW i モデルの生産に使用する電力を 100 パーセント再生可能な動力源を利用し、すべて風力発電で賄います。

そのために構内に風力発電設備を設置しましたが、これはドイツの自動車工場としては初めての取り組みです。ここに単機出力が 2.5 メガワットの Nordex N100/2500 型の風力発電装置を 4 基設置し、年間約 26 GWh を発電します。これは BMW i モデルの生産に必要な電力を十分以上に賄います。余剰電力は年間最大 2 GWh を見込んでおり、余剰分はライプツィヒ工場の他の場所で使用します。

E モビリティの基幹工場：ディンゴルフィンとランツフート

BMW i3 用の電気モーターとバッテリーの生産は、BMW グループの生産ネットワーク内で行われます。BMW はパワートレイン技術のグローバル・リーダーとしての地位を活用し、未来に向けた E モビリティの技術革新もけん引してゆきます。その際、E モビリティの基幹ネットワーク工場となるのが、ニーダーバイエルンのディンゴルフィンとランツフートの 2 つの生産拠点です。

ディンゴルフィン工場では、BMW i3 のバッテリー、ギア・ユニット、およびドライブ・モジュールのアルミニウム構造を生産します。設備の拡張に合わせて、水およびエネルギー消費量を節約するための革新的対策を導入しました。地下水は、生産用冷却水、トイレの洗浄水、工業廃水として、都合 3 回利用した後で廃棄します。これにより 2,500 立方メートルの地下水と、100 万キロワット時の電力を節約できます。施設の建物に強力な断熱対策を施す一方で、生産による廃熱を徹底的に活用することで、暖房用エネルギー消費量も削減します。そのために、生産プロセスの廃熱を熱交換器に導き、循環用の空気を暖めています。同様に、排出する空気中の熱の約 72 パーセントを回収しています。

ランツフト工場では、BMW が開発した電気モーターも製造しています。その他 BMW i3 のライフ・モジュール用 CFRP 製コンポーネント、各種プラスチック製エクステリア部品、鋳造品およびコックピットもこの工場で作られます。ランツフトにはイノベーション・テクノロジー・センターがあり、軽量構造用素材と E モビリティを重点に、革新的な素材と生産技術の開発に取り組んでいます。ちなみにランツフト工場の CFRP 生産ラインは、独立した審査員団が選考する「JEC ヨーロッパ技術革新賞 2013」を受賞しました。この賞は、複合材料分野で高い市場価値を持つ革新的技術を開発したヨーロッパの企業に、その功績を讃えて贈られるものです。

ランツフト工場は 2012 年にも、「インダストリアル・エクセレンス・アワード／最優秀工場」の一環としてドイツ国内最優秀賞を受賞しているほか、省資源の生産手法と効率的な生産方式の巧みな組み合わせにより、「リーン&グリーン・エフィシェンシー・アワード」を贈られています。

8. 主要諸元 BMW i3



| | | BMW i3 | BMW i3(レンジ・エクステンダー装備) |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| ボディ | | | |
| ドア数/座席数 | | 5 / 4 | 5 / 4 |
| 全長 | mm | 3,999 | 3,999 |
| 全幅 | mm | 1,775 | 1,775 |
| 全高(* ルーフ・フィン含む) | mm | 1,578 (* 1,597) | 1,578 (* 1,597) |
| ホイールベース | mm | 2,570 | 2,570 |
| 最小回転直径 | m | 9.86 | 9.86 |
| オーバーハング フロント/リヤ | mm/mm | 707 / 722 | 707 / 722 |
| 最低地上高 | mm | 140 | 140 |
| ラゲージ・ルーム容量 | リッター | 0.260~1.100 | 0.260~1.100 |
| 燃料タンク容量 | リッター | 0 | 9 |
| 車両重量(DIN/EU) | kg | 1,195 / 1,270 | 1,315 / 1,390 |
| 許容総重量/積載重量 | kg / kg | 1,620 / 425 | 1,730 / 415 |
| 空気抵抗(C _d /A/C _d × A) | - / m ² / m ² | 0.29 / 2.38 / 0.69 | 0.30 / 2.38 / 0.71 |
| パワートレイン | | | |
| 電気モーター型式 | | BMW eDrive テクノロジー: ハイブリッド同期モーター、パワー・エレクトロニクス、充電装置、 エネルギー回生のための発電機能を統合 | |
| 定格出力 | kW/ps | 125/170 | 125/170 |
| 最大トルク | Nm | 250 | 250 |
| エネルギー回生出力 | kW | ~50 | ~50 |
| 高電圧バッテリー | | | |
| 公称電圧 | V | 360 | 360 |
| 容量(グロス) | kWh | 22 | 22 |
| バッテリー技術 | | リチウム・イオン | リチウム・イオン |
| 内燃式エンジン | | | |
| 最大トルク | Nm | - | 55 |
| エンジン型式/気筒数/気筒あたりバルブ数 | | - | 直列 / 2 / 4 |
| 排気量 | cc | - | 647 |
| ストローク/ボア | mm/mm | - | 66 / 79 |
| 最高出力/発生回転数 | kW (ps) / rpm | - | 25 (34) / 4,300 |
| トルク/発生回転数 | Nm / rpm | - | 55 / 4,300 |
| 圧縮比/使用燃料(推奨燃料) | :1/- | - | 10.6 / RON 87~98 (RON 95) |
| 対応排出ガス基準/燃料 | | - | EU6 / RON 95 |
| 運動性能 | | | |
| 駆動コンセプト | | リヤ・ホイール・ドライブ | |
| フロント・サスペンション | | アルミニウム製シングル・ジョイント・マクファーソン・ストラット・アクスル、 アンチ・ダイブ機能付き | |
| リヤ・サスペンション | | 5 リンク・アクスル、ドライブ・モジュールに直結 | |
| タイヤ フロント/リヤ | | 155/70 R19 / 155/70 R19 | 155/70 R19 / 175/65 R19 |
| リム フロント/リヤ | | 5J x 19 アロイ / 5J x 19 アロイ | 5J x 19 アロイ / 5.5J x 19 アロイ |
| トランスミッション | | | |
| トランスミッション型式 | | オートマチック・トランスミッション、単段式固定ギヤ比 | |
| 走行性能 | | | |
| パワー・ウェイト・レシオ(DIN) | kg/kW | 9.6 | 10.5 |
| 加速性能 | 0-100km/h | 秒 | 7.9 |
| | 0-60km/h | 秒 | 3.9 |
| | 80-120km/h | 秒 | 5.5 |
| 最高速度 | km/h | 150 | 150 |
| 日常の使用条件での航続距離 | | | |
| (コンフォート・モード) | km | 130~160 | 240~300 |
| (最も効率的な走行モード) | km | ~200 | ~340 |
| EU サイクルによる航続距離 | | | |
| (コンフォート・モード) | km | 190 | 170 |

| | BMW i3 | BMW i3(レンジ・エクステンダー装備) | |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| 充電時間(充電率 80%) | 出力 50kW の充電装置使用時:30 分以内 家庭用コンセントでの高速充電時:最大約 8 時間 | | |
| EU テスト・サイクルによるエネルギー消費量 | | | |
| 電力消費量 | kWh/100km | 12.9 | 13.5 |
| 燃料消費量 / CO ₂ 排出量* | リッター/100km および g/km | 0 | 0.6 および 13 |

本主要諸元は ACEA(欧州自動車工業会)市場に適用/登録関連の一部データはドイツにのみ適用(重量)

* レンジ・エクステンダー装備車に適用される EU テスト・サイクル計算規則に準拠。テスト・サイクル中にレンジ・エクステンダーを使用しない場合にも適用。