

【委員会活動報告】

自動車技術展

『人とくるまのテクノロジー展 2016 横浜』及び材料フォーラム報告

(一社) 日本アルミニウム協会
自動車アルミ化委員会

1. はじめに

自動車技術会主催2016年春季大会は、5月25日(水)～27日(金)の日程で例年通りパシフィコ横浜を会場として開催された。本大会は学術講演会と自動車技術展：人とくるまのテクノロジー展から構成されている。今年の主催者企画である特別企画では「いつまでも、くるまにワクワク、ドキドキ、ときめきを」をテーマに、自動運転の車が当たり前前の時代を展望したとき、『走る・曲がる・止まる』といった運転の楽しさはどうあるべきか、それを実現するための技術とはどのようなものかについて、その道の専門家からの講演があった。これに併設する展示エリアでは、自動車メーカー、二輪車メーカーおよび部品メーカーが皆をワクワク、ドキドキさせた今昔技術を紹介していた。屋内ホールではホンダから「クラリティ FUEL CELL」(写真1)、トヨタから新型「プリウス」(写真2)のいずれもカットモデルを用いて先進技術が展示され、屋外では最新技術を搭載した水素燃料電池自動車(FCV)・電気自動車(EV)・ハイブリッド車(HEV)などの試乗体験ができた。このほか無料の聴講イベントとして、出展社が製品技術情報や企業・業界情報を詳しく紹介するワークショップ、自動車に関する各種テーマを題したフォーラムが開催された。

日本アルミニウム協会・自動車アルミ化委員会では、最新の自動車技術や部品等が展示される「人とくるまのテクノロジー展2016横浜」、並びに同時開催された材料フォーラム「自動車の未来を拓く材料技術の最新動向(企画：材料部門委員会)」にも参加・聴講し、自動車のアルミ化動向を中心に、競合材を含めた最新の技術動向や次世代自動車の開発動向などを調査した。

2. 人とくるまのテクノロジー展2016横浜

今年が25回目の開催となった自動車技術展：人とくるまのテクノロジー展2016横浜は、出展社数は昨年と同様の538社^{*1}、来場者数は3日間合計で87,375名(過去最高の2014年87,523名には届かなかったものの2015年の86,939名より436名増)の盛況ぶりであった。

*1) 自動車：11社(13社)、部品：150社(157社)、材料：51社(52社)、テスト：177社(163社)、CAEソリューション：39社(42社)、カーエレクトロニクス：24社(20社)、R&D・出版・団体・他：86社(86社)

注記()内は2015年

2.1 展示概況

特別企画展示として今年は“我々をワクワク、ドキドキさせた技術の今昔”をテーマに、各メーカーが今昔の自動車や二輪車などを出展していた。

トヨタからは2014年に市場投入されたFCV「ミライ」のカットモデル(写真3)や1965年当時に人気となった「トヨタ スポーツ 800」(通称;ヨタハチ)など、我々をワクワク、ドキドキさせた今昔技術が紹介され、将来に向けての更なる進化へつながる技術展示がされた。

2.2 部品展示

昨今の環境対応に伴い、軽量化に向けた種々の部品・材料の展示が見られた。本年もアルミ部品に加えて、鉄・樹脂などの競合材や、異種材料の接合技術にも着目して調査を行った。

(1) アルミ部品

アルミ部品の展示は、ダイカストによるエンジン・足回りなど、部品毎での採用例が多数あり、2輪車用ライナーレスのシリンダーブロックや中空一体成型による薄肉化・溶接レスによる高剛性の世界最軽量サブフレームが展示されていた。板では、歩行者衝突時の頭部損傷を軽減するため横波構造と薄肉化したフードの開発品や樹脂製より軽量・高強度のオイルパン、押出材では、バンパーレインフォースが展示されていた。また、クリーンエネルギー車用として、インホイールモータより小型な電気自動車用駆動装置や、FCV用高圧水素タンクとして世界で初めてGTR(Global Technical Regulation)に適合したアルミライナーなどが展示されていた。

アルミ関連部品の出展内容を表1と写真4～13に示す。

(2) 競合材

競合材は、今年も樹脂系部品の出展が多く、ボディパネル・燃料タンクへの採用例に加え、世界初となるオール樹脂製の重量・コスト共に鉄製より優れたステアリングメンバー、樹脂とガラス繊維の複合によるバンパーレインフォースなどが展示されていた。更に、トラックのフレーム用としてシャーシ重量を60～70%低減可能なカーボン製Cチャンネルが展示されていた。鉄については、プレスと焼き入れを組み合わせた工法により1,500MPa級の高張力・高精度製品によるバンパーレインフォースの軽量化品などが展示されていた。

競合材関連部品の出展内容を表2と写真14～26に示す。

(3) マルチマテリアル

マルチマテリアルでは、異種素材を組み合わせることによる軽量化の事例が多く展示されていた。アルミ押出型材のハイドロ成形と樹脂の射出成形の統合技術によるステアリングメンバーの量産品、アルミ鋳物と樹脂のインサート成形など異種素材の一体化成形品が

展示されていた。また、アルミバンパーシステムに利用されている電磁成形技術を金属・樹脂などのブラケットの接合に展開したステアリングメンバーが展示されていた。

マルチマテリアル関連の出展内容を表3と写真27～30に示す。



写真1 クラリティ FUEL CELLカットモデル (ホンダ)



写真2 新型プリウスカットモデル (トヨタ)



写真3 FCVミライカットモデル (トヨタ)

表1 アルミニウム関連部品の出展内容

| 写真No. | 分類 | サンプル名 | 材料・技術 | 特徴 | 展示会社 |
|-------|----------------|-----------------------|------------------------|--|--------------------|
| 4 | エンジン | ライナーレスシリンダーブロック | ダイカスト | ライナーレスによるボア剛性低下を補った2輪用シリンダーブロック | リョービ |
| 5 | サスペンション | ナックル (開発品) | 鋳物 (AC4CH-T6) | GDSQ(リョービ開発工法)による開発品 | リョービ |
| 6 | 電気自動車用ドライブトレイン | エレクトリックツイストビーム (開発品) | 鋳物 | インホイールモータより小型な駆動装置 | ゼット・エフ・ジャパン |
| 7 | ファスナー | エステルファズ | 表面処理 | 表面処理を施したアルミセルフタッピンねじ、マグネシウム・樹脂にも利用可能、海外で実績あり | 日東精工 |
| 8 | フレーム | 世界最軽量アルミサブフレーム | 中空ダイカスト | 中空一体成型により、薄肉化・接合用フランジ不要で従来比20%の軽量化 | 本田技研工業 |
| 9 | 燃料電池システム | アルミライナー製水素タンク | FCV 高圧水素タンク | 70MPaの充填圧力に対応し、水素透過ゼロを到達したアルミライナー製水素タンク | 本田技研工業 |
| 10 | エンジン | アルミニウム製トランスミッションオイルパン | 板 (5000系)、プレス | スチールからアルミニウムへの材料置換で1.3kg(60%)軽量化、外部コーティング及び処理が不要で樹脂製より軽量・高強度 | マグナ・インターナショナル・ジャパン |
| 11 | バンパー | フロントバンパー レインフォースメント | 押出材 (7000系) ストレッチバンド工法 | 高強度ながら溶接性・曲げ加工性に優れた新開発の7000系合金 | UACJ |
| | フレーム | パワープラントフレーム | 板 (6000系) | 耐応力腐食性に優れた6000系高強度厚板合金 | UACJ |
| 12 | ボディパネル | フロントフェンダー | 板 (6000系) | スチール (旧型) から6000系ボディパネルへのアルミ化で2.8kg軽量化 | UACJ |
| 13 | ボディパネル | 小型自動車用フード (開発品) | 歩行者保護形状 | 横波フード構造にし、歩行者衝突時の頭部損傷を軽減 | 神戸製鋼所 |



写真4 ライナーレス、シリンダーブロック (リョービ)



写真5 ナックル (開発品) (リョービ)



写真6 エレクトリックツイストビーム (開発品) (ゼット・エフ・ジャパン)



写真7 エスタルファZ
(日東精工)



写真8 世界最軽量アルミサブフレーム (本田技研工業)



写真9 アルミライナー製水素タンク (本田技研工業)



写真10 アルミニウム製トランスミッションオイルパン (マグナ・インターナショナル・ジャパン)



写真11 フロントバンパー レインフォースメント (下)
パワープラントフレーム (上) (UAC J)



写真12 フロントフェンダー (UAC J)



写真13 小型自動車用フード (開発品) (神戸製鋼所)

表2 各種競合材関連部品の出展内容

| 写真No. | 分類 | サンプル名 | 材料・技術 | 特徴 | 展示会社 |
|-------|------------|--------------------|-------------------|--|---------------------|
| 14 | ステアリングメンバー | IP Panel Carrier | 大型樹脂射出成型 | 世界初オール樹脂製のステアリングメンバー、鉄製に比べ30%軽量化、トータルコスト：50%低減 | エムスケミー・ジャパン |
| 15 | ボディパネル | バックドアアウター | 樹脂 (PP) | 低熱膨張ポリプロピレン製で、ガラス繊維強化ポリプロピレン製インナーパネルと併せスチール比20%の軽量化 | ダイキョーニシカワ |
| 16 | 燃料タンク | 燃料タンク | 多層樹脂製燃料タンク | 燃料タンク向け軽量化材 HB212R (高剛性、高耐久) | 日本ポリエチレン |
| 17 | ボディパネル | フードインナー (開発品) | 炭素繊維強化樹脂 (CFRP) | SMC (シート・モールディング・コンパウンド) による炭素繊維、複雑形状に適した賦形性と成形部品の軽量化が可能 | 三菱レイヨン |
| 18 | ボディパネル | バックドアインナー | ガラス繊維強化樹脂 (GFRP) | G F分散性に優れた外観良好なGF長繊維強化PP (モストロン® L) | プライムポリマー (三井化学グループ) |
| 19 | ボディパネル | フロアパネル | Wet Molding プロセス | ブリフォーム無しで成形でき、成形圧力を低く抑えてプロセス設備投資を低く抑えることが可能 | GSI クレオス |
| 20 | サスペンション | GFRP テンションリーフスプリング | GFRP | 非線形特性を持つGFRP製軽量リーフスプリング | ムベア・ジャパン |
| 21 | フレーム | 引き抜き成形カーボンCチャンネル | 引き抜き成形技術によるCFRP製品 | Class5 (GVW約7.2~8.8ton)において、スチール製に比べシャーシ重量を60~70%低減 | 東レ |
| 22 | シート | シートフレーム (開発品) | マグネシウム合金 | 温間プレス成形と溶接により鋼フレームと同一剛性で約60%の軽量化 | 住友電気工業 |

| | | | | | |
|----|---------|-----------------------|----------|---|--------------------|
| 23 | ドア | ドアインパクトビーム・ベルトライン R/F | 鋼板 | ダイクエンチ法により 1500MPa 級の高精度な超高張力製品で軽量化 10% | アイシン高丘 |
| 24 | バンパー | バンパー | 鋼板 | 局部クエンチで部位毎に引張強度 500~1900MPa で調整可能、1900MPa を使用したバンパーは重量 22%減 | ティッセン クルップ ジャパン |
| 25 | サスペンション | 軽量化ナックル | 鋳物 | 鋳物ナックルを中空にて鋳造 従来品より 15%軽量化 | リケン |
| 26 | バンパー | リアバンパービーム | ガラス繊維+樹脂 | ガラス繊維強化熱可塑性コンポジットシート (TEPEX®) と樹脂のハイブリッド成形バンパー | サンワトレーディング |



写真14 IP Panel Carrier (エムスケミー・ジャパン)



写真15 バックドアアウター (ダイキョーニシカワ)



写真16 燃料タンク (日本ポリエチレン)



写真17 フードインナー (開発品) (三菱レイヨン)



写真18 バックドアインナー (プライムポリマー/三井化学グループ)



写真19 フロアパネル (GSIクレオス)

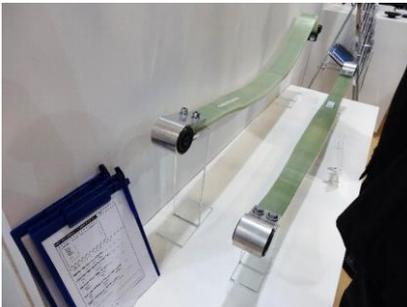


写真20 GFRPテンションリーフスプリング (ムベア・ジャパン)



写真21 引き抜き成形カーボンCチャンネル (東レ)



写真22 シートフレーム (開発品) (住友電気工業)



写真23 ドアインパクトビーム・ベルトラインR/F (アイシン高丘)



写真24 バンパー (ティッセン クルップジャパン)



写真25 軽量化ナックル (リケン)



写真26 リアバンパービーム
(サンワトレーディング)

表3 マルチマテリアル関連部品の出展内容

| 写真No. | 分類 | サンプル名 | 材料・技術 | 特徴 | 展示会社 |
|-------|------------|---------------------------|--------------------|--|-----------------|
| 27 | ステアリングメンバー | 各種ブラケット付きアルミビーム (開発品) | 電磁拡張 | 金属・樹脂ブラケットを、電磁拡張技術によりアルミビームへ固定 | 神戸製鋼所 |
| 28 | ステアリングメンバー | コックピットキャリア フロントエンドキャリア | アルミニウム/樹脂の 一体成形 | ハイブリッド式ハイドロフォームテクノロジー (ハイドロ成形と射出成型を統合) により、周辺部品装着をサポート | エルリングクリンガー・マルサン |
| 29 | 電子・電装品 | インバーター | フィルム積層金属板 | 射出成型、超音波溶接でプラスチックと接合可能なフィルム積層金属板 (ヒシメタル®EX) | 三菱樹脂 |
| 30 | 燃料電池システム | スタックマニホールド | 大物樹脂インサート 成形技術 | 大型アルミ鋳物部品と電気絶縁膜と配管を構成する樹脂部品を一体成形薄型化によりFCスタックを小型化 | トヨタ紡織 |

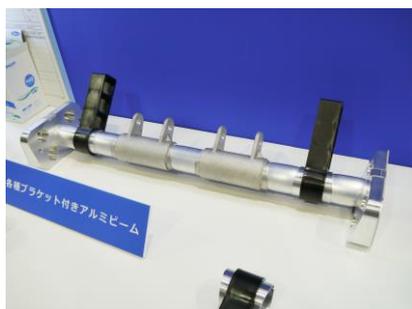


写真27 各種ブラケット付きアルミビーム (開発品)
(神戸製鋼所)

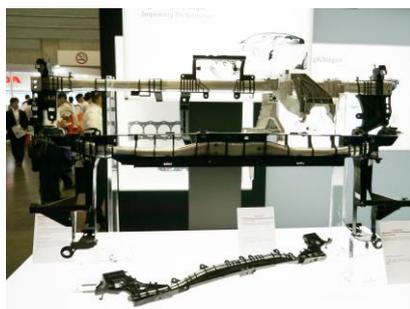


写真28 コックピットキャリア
フロントエンドキャリア (エルリングクリンガー・マルサン)



写真29 インバーター
(三菱樹脂)

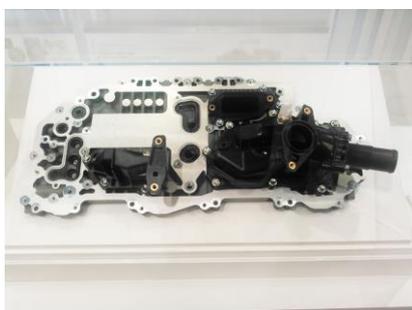


写真30 スタックマニホールド
(トヨタ紡織)

3. 材料フォーラム

5月26日に「自動車の未来を拓く材料技術の最新動向」と題した材料フォーラムが開催された(企画:材料部門委員会)。自動車アルミ化委員会は本年もこの企画に協力し、アルミニウム業界から1件の話題提供を行った。講演内容の概要を以下にまとめる。

3.1 軽自動車を支える材料技術の変遷と将来動向 : 平井 更之右氏 (ダイハツ工業)

軽自動車の価格や燃費の変遷、およびその時代背景や材料技術の変遷について解説がなされた。自動車全体に対する軽自動車の割合は2000年頃を境に大きく増加しており、2015年には38.7%に達した。2010年頃からは燃費、車両重量、価格の面でメーカー間の競争が激化し、低価格ながら軽量・高燃費な軽自動車が生産されている。軽自動車は、高価な材料置換による軽量化や、高価なHEVによる低燃費化が困難であり、「鉄の使いきり」の歴史を歩んできた。1990年代後半の衝突安全厳格化を期に、ハイテン使用率が大幅に増加し、2016年では40~60%の使用率となっている。鉄の使い切りの例として、サイドパネルにあえて厚板のハイテンを用い一体化成形することで、剛性や強度を担保しつつクリーンフォース等を削減し、軽量化と低コスト化を両立させた例が紹介された。鉄の使い切りとは別に、外板の樹脂化の例が紹介された。外板の樹脂化は軽量化のみならず、デザインの自由化、樹脂パーツの着せ替え等のメリットがある。この他、低燃費エンジン技術等、軽自動車ならではの軽量化・低燃費技術が紹介された。

3.2 大型商用車の将来動向と材料技術 : 大西 孝博氏 (日野自動車)

主に大型トラックの構造や材料の変遷について解説がなされた。トラックは一般的なモノコック構造の乗用車と異なり、フレームにエンジンやキャブ・サスペンション等を取り付けるフレーム構造でできている。トラックには多種多様な架装が取り付けられ、また年間走行距離は乗用車の10倍以上(10~30万km)に達するため、フレーム構造はそれらに耐えられるだけの強度・耐久性が必要とされる。大型トラックの使用材料は約80%が鉄鋼材料であり、アルミニウムや樹脂の使用割合は少ない。近年ではキャブの外装への樹脂適用が増加しており、樹脂製フェンダーにおいては、ユーザーが独自にカラーカスタマイズをするというトラックならではのニーズに対し、強度はもちろんのこと、耐熱性、塗装密着性、耐薬品性といった2次塗装性にも優れる樹脂を開発した例が紹介された。この他、サスペンションの軽量化として鉄鋼铸件の高強度化の例が紹介された。

3.3 自動車業界の環境変化に対する塗料材料の動向 : 殿村 浩規氏 (関西ペイント)

自動車外板に施す塗装処理について環境対応、生産・経済性等の観点から発表がなされた。近年のVOC(揮発性有機化合物)削減の観点から、2000年~2005年をピークに溶剤塗料から水性塗料への置換が進

んだ結果、VOC排出量は2000年比40%削減された。一方、水性塗料は溶剤塗料よりも乾きにくいため、塗装ブースにおける空調管理や、焼き付け乾燥前の予備乾燥が必要となり、CO₂排出量が増加するという問題があった。CO₂排出量削減のため、塗装ブース容積低減による空調省エネルギー化、塗装ラインの省工程化が急速に拡大しており、設備投資等の経済性の面でもメリットがある。

また、近年外板への樹脂やCFRP等の軽量化素材の適用が増加傾向にあることから、今後の自動車塗装ラインの変化を予想すると、①自動車会社で塗装ラインを持たず塗装済みの各パーツを組み立てる形式、②車体と各樹脂製品を同時に塗装する形式の2点が考えられる。①の場合、塗装設備の部品毎の最適化・色管理等が課題となる。②の場合、生産性・環境対応・コスト面で優れた工程となるが、車体と樹脂製品との塗装温度が異なるため塗装温度の統一(低温化)等が今後の課題となる。

3.4 自動車マルチマテリアル化技術の進展 : 橋村 徹氏 (神戸製鋼所)

今後の自動車軽量化において重要となるマルチマテリアル化の適用例とその技術について解説がなされた。2020年以降の燃費規制にはHEV車でさえも対応できなくなることが予想されており、BIW(Body In White)の軽量化、特にアルミ合金の使用は益々重要になっていくと考えられる。欧米では外板パネルのアルミ化が盛んであり、車体全体の90%以上をアルミ化したFord-F150、Audi-A8、Jaguar-XJ等が生産されている。マルチマテリアル化には、接合技術が重要であり、ベンツ-Cクラスではサスタワーをアルミダイカストで造り、SPR(Self Piercing Riveting)と接着材を併用して鋼製骨格と接合している。また、アルミ板と鋼板の異材接合にはSPRの他、ImpAcT(RIVTAC[®])、FDS[®](Flow Drill Screw)、メカニカルクリンチを使用している。Audi Q-7では、鋼板の強度が上昇したことでSPR等のリベット接合が困難となり、SSR(Special Self Piercing Riveting)やFEW(Friction Element Welding, EJOWELD[®])といった接合法が量産車として初めて使用された。Euro Car Bodyの出展車を見ると、年々接着剤の使用量が増加しており、今後接着剤を使用できる表面処理技術の開発が重要になると考えられる。

3.5 自動車用鉄鋼材料の高機能化への取組みと今後の展望

: 金子 真次郎氏 (JFEスチール)

外板・モータ等様々な用途に用いられる自動車用鉄鋼材料の高機能化の例が紹介された。自動車外板パネルとして求められる特性には、面ひずみ、成形性、耐 Dent 性等が挙げられるが、面ひずみは低耐力、耐 Dent 性は高耐力が求められ、相反する特性が必要となる。これに対応するため、BH(ベークハード)性を持つBH鋼板が紹介された。BH鋼板は、プレス成形時は低耐力ながら、塗装焼付け時にBHすることで最終製品として高耐力を得ることができる。

また、鋼板の超高強度化に伴い、水素脆化による遅れ破壊が課題となっている。この対策として、負荷応

力、塑性ひずみ、侵入水素量の3次元マップを作成し、遅れ破壊を回避するための指針としている。この他、EV/HEV モータ用電磁鋼板、高疲労強度焼結部品用ハイブリッド型モリブデン系合金鋼粉の開発例が紹介された。

3.6 耐水素脆化特性評価・改善と高強度ボルトへの展開

：平上 大輔氏（新日鐵住金）

高強度ボルトの耐水素脆化特性の評価方法から、改善法、展開例について解説がなされた。水素脆化は材料中に侵入した水素が集積することで、粒界破壊を引き起こす現象であり、ボルト使用中に亀裂が進展し破壊に至る（遅れ破壊）。高強度ボルトには1000～1400MPa程度のもが存在するが、高強度化するほど水素脆化が起きやすくなるため、現在は1000MPa以下のものが一般的に使用されている。水素脆化の起こらない範囲で材料を使用する指針として、水素実使用環境において鋼材中に侵入する拡散性水素量 H_E が、水素脆化を起こさない許容上限水素量 H_C より小さいことを確認する。 H_E は実環境を想定した環境に置き、昇温脱離法により放出された拡散性水素量を測定する。 H_C の評価は材料中に強制的に水素をチャージ後、遅れ破壊試験を行い、水素脆化の起こらない上限水素量を測定する。耐水素脆化特性改善として、微細析出物により水素をトラップし、拡散性水素を非拡散性水素に変えることで、従来鋼より優れた耐水素脆化特性を示す高強度ボルト用鋼の開発例が報告された。

4. まとめ

今年度の人とくるまのテクノロジー展は、低炭素社会を実現する次世代自動車を代表するFCVが本格的に市場投入されるといった幕開けの年に開催され、FCV関連の新規需要や新規課題に対応した多数の新製品・新技術が見られた。加えて、電動化や自動運転化といった低燃費・安全性・快適性の要求の高まりに対応したバッテリー関連など多様な技術・製品が見られ、これらを実現するためにも軽量化は必須となっていくものと考えられる。

軽量化に関しては、今回は神戸製鋼所やUACJといったアルミメーカーからの出展も見られ、アルミ合金・樹脂・マグネシウムといった軽量素材の適用拡大が一段と進んでいるように見受けられた。特に継続して樹脂材料の出展が多く、マルチマテリアル化を含めた樹脂材料の適用拡大に対する樹脂メーカーの期待が伺えた。

材料フォーラムではダイハツ工業と日野自動車から講演があり、軽自動車および商用車で鉄鋼材料のやり切りと樹脂外板の実用化が進んでいるようではあるものの、将来的にはアルミ合金など他の軽量材料を含めたマルチマテリアル化が進むものと考えられる。軽量化素材としてのアルミ合金の役割を一層大きくするためには、材料特性向上に関する技術開発はもちろんのこと、マルチマテリアル化に備えた他の素材との接合・接着技術等に注目し、今後の技術開発・調査を継続していく必要があると思われる。