

ISMA REPORT

新構造材料技術研究組合 (Innovative Structural Materials Association, 略称: ISMA) 広報誌

March 2017

6

特集

革新的新構造材料等研究開発 「平成28年度成果報告会」



ポスターセッションの様子



オールラセッションで開会
挨拶をする岸理事長

新構造材料技術研究組合 (ISMA) は、2017年1月23日、イイノホール (東京都千代田区) で、3回目となる革新的新構造材料等研究開発「平成28年度成果報告会」を開催しました。経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、組合員、再委託機関のほか、構造材料の研究開発に関心を持つ企業や研究機関、大学などから計395名の参加がありました。

オールラセッションでは組合員による成果報告が

計25件 (内訳は「革新鋼板の開発」3件、「熱可塑性CFRPの開発」・「革新炭素繊維基盤技術開発」3件、「革新的アルミニウム材の開発」3件、「革新的チタン材の開発」2件、「革新的マグネシウム材の開発」6件、「接合技術開発」8件) 行われました。ポスターセッションでは計33テーマのポスターが掲載され、来場者数は延べ486名に上りました。

今号では成果報告会で行われた講演・発表を再構成し、誌面でレポートします。

特集 革新的新構造材料等研究開発 「平成28年度成果報告会」

■ 3年間の成果と後半5年に向けて

ISMA理事長 岸 輝雄

新構造材料技術研究組合 (ISMA) は、経済産業省の未来開拓研究プロジェクトの下に設立され、現在は37企業、1国研、1大学から成る研究体です。日本が実施する構造材料に関する研究は現在、文部科学省、内閣府の下にも置かれ、三位一体の体制で進んでいます。

本プロジェクトは、これまでの延長線上にない非連続的な研究成果を挙げることで、産学官のドリームチームを形成して研究を遂行していくことの2つの目標を掲げてスタートしました。前者を追求すると各企業や各研究機関が競争的な研究を進めることになり、後者は国を挙げて協調的な研究を進めることになります。競争と協調をどう融合させるかが本プロジェクトの難しいところであり、挑戦でもあります。

日本の輸出上位を占める自動車と素材

産業を融合した本プロジェクトは、二酸化炭素 (CO₂) の規制を鑑みて、約30～50%のホワイトボディ軽量化を目標とし、鉄鋼、アルミニウム合金、マグネシウム合金、チタン合金、炭素繊維強化樹脂 (CFRP) の革新的な材料の開発を目指しています。そして材料の最適化配置を求めるマルチマテリアル化が最大の課題です。その際、鍵となる技術が溶接・接合であり、FSW (摩擦撹拌接合) に注力するとともに、今後は接着技術にも傾注していきます。

近年、構造材料の開発を支援する2つのツールが大きく発展してきました。1つが計測関係で、電子顕微鏡や各種計測の分析機器が大きな役割を果たしています。本プロジェクトでも高温状態にある材料の微視組織を観察する計測技術が開発され、中性子線の開発に関



する取り組みも開始しました。もう1つが計算科学で、理論、実験、データベースを融合し、ビッグデータや人工知能的な機械学習を取り入れた材料開発を試みています。

プロジェクト後半に向けて、性能、腐食、水素脆化、そして疲労等に入力すると同時に、コストやライフサイクルアセスメント (LCA)、リサイクル等にも取り組んでまいります。マルチマテリアル車の製作に関しては、最適設計や Computer Aided Engineering (CAE) が、今後欠かせない技術になることから、来年度をめぐりFS研究を立ち上げることも視野に入れていきます。そしてプロジェクト終了後も研究データを保存・有効活用していけるよう、中立機関を中心とした拠点づくりに向けて動き出します。

■ ISMAへのメッセージ

経済産業省
産業技術環境局長
末松広行 氏



わが国の素材産業は世界トップクラスの国際競争力を有し、その高い技術力をもとに開発される材料は、革新的な製品につながり、産業界を支えています。しかし近年は新興国の追従が著しく、わが国の素材産業が引き続き国際競争力を維持していくためには、他国が容易に追従できない高い性能の材料を生み出し続けることが大切です。

経済産業省では、本事業を2013年度から10年プロジェクトとして推進してまいりました。プロジェクトの開始から3年が経過し、個別の材料、技術について成果が出てきたと伺っております。今後は産学が一体となった研究開発拠点が形成され、マルチマテリアル化に向けた設計評価の仕組みの整備や研究開発成果の橋渡しが活発に行われ、いくことを期待しております。

国立研究開発法人新エネルギー・
産業技術総合開発機構 (NEDO) 理事
佐藤嘉晃 氏



本プロジェクトは2014年度からNEDOが経産省より引き継いで実施しております。毎年度、着実に世界最新、最高レベルの成果を挙げておられる組合員の皆さまに敬意を表します。一方、世界において構造材料の開発は急速に進展しており、技術開発の成果をわが国の産業競争力の強化、および世界的なエネルギー・環境問題の解決のために、できるだけ早期に実用化・事業化を進めていただきたいと思います。

今年度NEDOでは、革新的構造材料の評価方法および接着技術の公募を1月中に開始いたします。また6月には研究評価委員会の下、2度目となる中間評価を実施し、その結果を踏まえて、後半5年間の計画および体制の見直しを進めていきたいと考えております。

■ ISMAの研究成果 平成28年度成果報告会

※成果報告会でテーマごとに各組合員が発表した内容を、ISMAの各フェローがまとめました。

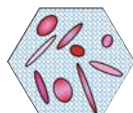
【革新鋼板の開発】

兵藤知明 (ISMAフェロー)

世界最高性能の自動車用超高強度鋼板開発を目指し、従来の590MPa級鋼板の2.5倍の引張強度である1.5GPaかつ従来の590MPa級鋼板と同等の伸び20%を有する鋼板を実験室規模で開発することを最終目標としています。

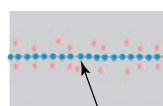
1) 高炭素量化と残留 γ (オーステナイト) の高度制御、2) 高炭素鋼における最適な組織制御方法および諸特性に及ぼす軽元素の影響解析、3) 炭素分布の原

1) 残留 γ の高度制御



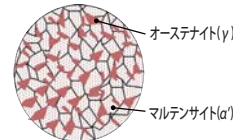
異なる状態の残留 γ を混在化させて加工硬化挙動制御
オーステナイト(γ)相中炭素濃度の分布制御による伸び性能向上を達成。

2) 軽元素の有効利用



粒界強化元素の粒界偏析有害元素の無害化
高温プロセス粒界制御による微細マルテンサイト組織の創製に成功。

3) ミクロ組織の微細制御



γ - α' 複相組織の最適化制御
微細複相組織の創製と炭素濃度の超高精度定量分析に成功。

子レベル制御とミクロ組織の微細制御、の3テーマで研究開発を進め、いずれにおいても2017度末の最終目標達成(ラポレベル)を目指しています。

超高強度鋼板の実装化に向けて、水

素脆化や腐食などの研究テーマに協同的に取り組む予定です。

【革新鋼板の開発】成果発表者(発表順)

- 西神分室(株式会社神戸製鋼所)
- 富津分室・尼崎分室(新日鐵住金株式会社)
- 千葉分室(JFEスチール株式会社)

【CFRP/CF開発】

山下 秀 (ISMAフェロー)

熱可塑性CFRPの開発では、まず名古屋大学集中研分室より、フロアパネル、サイドシル、センターメンバー、リアパネル等の実寸形状部材全ての成形に成功したこと、LFT-D成形方法で鍵となる型内流動性と繊維配向および力学的特性との相関が明らかとなり、基本成形条件が確立されたこと等が報告されました。

伊予分室の再委託機関である東京大学からは、中間基材を適用した高速成形技術によりS字クランク、中空T字

ジョイント、Bピラー等の複雑形状実寸部材の成形に成功したこと、かつ部材レベルでの評価・解析を実施したこと、実用化検証が進んだこと等が報告されました。

今年度から本プロジェクトに合流した革新炭素繊維の開発状況について、つくば小野川分室より、省エネルギーで生産性の高い「革新炭素繊維製造プロセス」の基盤技術を確認したことが発表されました。その鍵となるのが、耐炎化不要の新規前駆体高分子繊維、マイクロ波エネルギーによる炭素化技術、ドライブプロセスかつ極短時間で炭素繊維の表面性状の制御が可能なプラズマ表面処理

技術であり、これら技術の実現により、生産性10倍、CO₂排出量半減の製造プロセスの工業化を目指すとの報告がありました。



左からセンターメンバー、リアパネル、サイドシルの試作品
(写真提供：名古屋大学集中研分室)

【熱可塑性CFRPの開発】成果発表者(発表順)

- 名古屋大学集中研分室(国立大学法人名古屋大学)※代表
- 伊予分室(東レ株式会社)：再委託機関(東京大学)※代表

【革新炭素繊維基盤技術開発】成果発表者

- つくば小野川分室(国立研究開発法人産業技術総合研究所)

【革新的アルミニウム材の開発】

堀谷貴雄 (ISMAフェロー)

高強度・高靱性アルミニウム合金材の開発では、千年分室から成分調整、熱処理、電磁攪拌、ねじり加工などの技術でラポでの圧延・押出材ともほぼ最終目標をクリアしたこと、実機での大型化技術開発を継続して進めていることが報告されました。

新精錬技術開発では、深谷分室よりイ

オン液体(室温溶融塩)からのアルミニウム析出技術や連続電析技術を利用した箔の回収法の基礎技術を確認し、実用化に向けたスケールアップを図っていると報告がありました。

複層アルミニウム合金開発では、西神分室から耐力と全伸びは最終目標に近い特性が得られ、部材製造のクラッド圧着技術の面でも進捗していることが報告されました。



幅450mmの圧延板材(引張強度:735MPa、耐力:687MPa、伸び:10%)と缶の大きさの比較
(写真提供：千年分室)

【革新的アルミニウム材の開発】成果発表者(発表順)

- 千年分室(株式会社UACJ)※代表
- 深谷分室(株式会社UACJ)
- 西神分室(株式会社神戸製鋼所)

【革新的チタン材の開発】

堀谷貴雄 (ISMAフェロー)

コストダウン技術開発を中心に進めており、西神分室の一貫製造プロセス開発では、低コスト原料を利用可能にする技術である溶解脱酸プロセスフローを見いだしたこと、高被削性チタン合金開発では強度と被削性及び鍛造性を同時に向上させることができ、部材の低コスト化

を進展させることができたことが報告されました。

今年度から富津分室(新日鐵住金)と茅ヶ崎分室(東邦チタニウム)のテーマを合流して効率的な開発を進めています。溶解・鍛造工程を省略した薄板製造プロセス開発では、高品質スポンジチタンを使用して通常材と同様の薄板(厚さ=1mm)をラボレベルで製造することができました。また、精錬関係の従来ク

ロール法の高品質化&コストダウン技術開発では、ラボスケールでの各要素技術を大部分確立し、実機での実証試験中であり、新精錬技術開発では二価チタンイオンを含む塩の電解・電析プロセスで平滑な高純度チタン箔が得られたことが報告されました。

【革新的チタン材の開発】成果発表者(発表順)

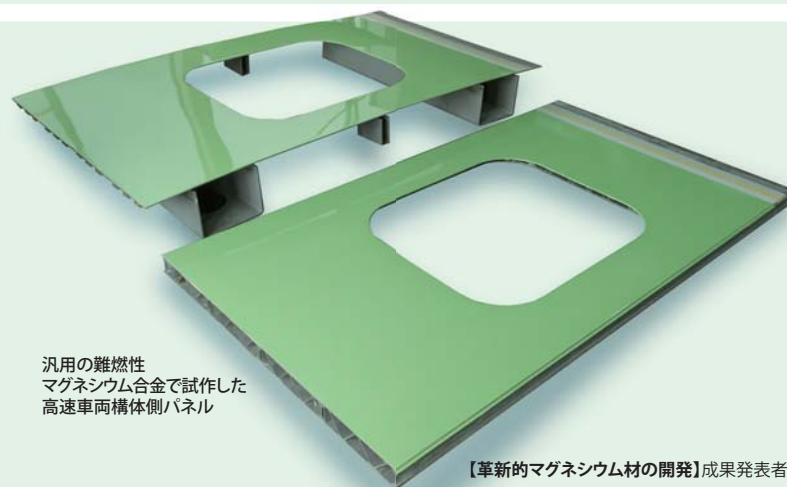
- 西神分室(株式会社神戸製鋼所)
- 茅ヶ崎分室(東邦チタニウム株式会社)※代表

【革新的マグネシウム材の開発】

堀谷貴雄 (ISMAフェロー)

高速鉄道車両構体への世界初のマグネシウム材適用を目指して、8つの分室が協調して開発を進めています。これまで最終目標をクリアする新難燃性マグネシウム合金(4種)の開発に成功しました。現在、それらの合金の実機化(押出材&圧延材)および大型化技術の確立を目指すとともに、疲労特性をはじめ各種信頼性に関する基盤技術データの蓄積を図っています。

また今年度は、開発した新合金の実機材を使用し、最適化した溶接条件や防食条件を適用して高速車両の実部材



汎用の難燃性
マグネシウム合金で試作した
高速車両構体側パネル

(側パネル:幅769mm×長さ1380mm)を試作し、次年度以降に計画しているモックアップ構体作製に必要な設計指針を構築していることが報告されました。

【革新的マグネシウム材の開発】成果発表者(発表順)

- 名古屋守山分室(国立研究開発法人産業技術総合研究所/明石分室(川崎重工業株式会社))
- 射水分室(三協立山株式会社)/相模原分室(権田金属工業株式会社)
- 大阪分室(住友電気工業株式会社)
- 長洲分室(不二ライトメタル株式会社)
- 小牧分室(大日本塗料株式会社)
- 横浜金沢分室(株式会社総合車両製作所)

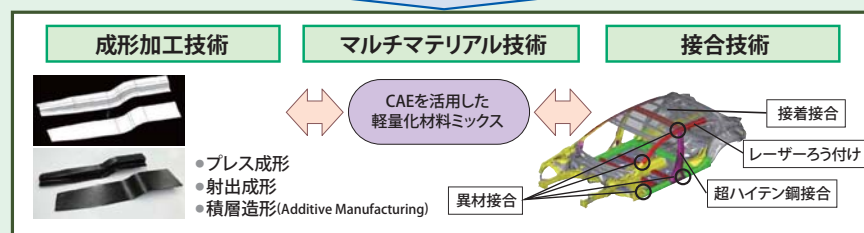
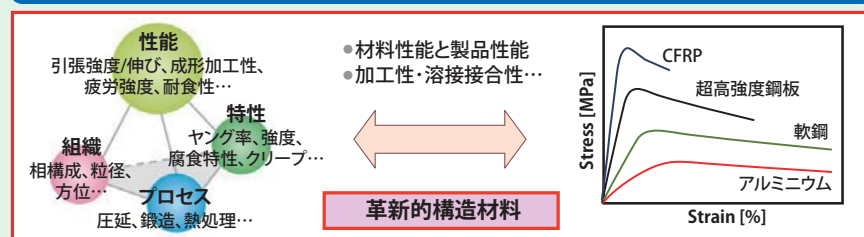
【接合技術開発】

平田好則 (ISMAフェロー)

接合分野では、同種材接合として超高強度中高炭素鋼とチタンの接合、異材接合として鋼材/アルミニウム、アルミニウム/CFRP、鋼材/CFRPの技術開発が行われており、2017年度末目標として設定された接合強度などはほぼ達成されました。

今後、ISMA共通仕様の材料を用いた接合実験を通して、実用化に向けた技術課題を明らかにしていきます。また、開発材料とともに既存の構造材料も含め、応力-歪関係などの材料性能、接合強度などの継手性能に基づき、CAEを活用して軽量化材料ミックスのあり方を検討します。時々刻々と進化する技術に対応しながら、合理的なマルチマテリアル技術の確立を目指します。

革新的構造材料とマルチマテリアル技術の開発



【接合技術開発】成果発表者(発表順)

- 伊予分室(東レ株式会社)
- 西神分室(株式会社神戸製鋼所)
- 富津分室・尼崎分室(新日鐵住金株式会社)
- 千葉分室(JFEスチール株式会社)
- 広島分室(マツダ株式会社)※代表
- 明石分室(川崎重工業株式会社)※代表
- 横浜磯子分室(株式会社IH)
- 日立分室大みか(株式会社日立製作所)※代表

特別講演

【自動車技術を支える材料技術への期待】

株式会社本田技術研究所
四輪R&Dセンター
上席研究員 東 雄一 氏

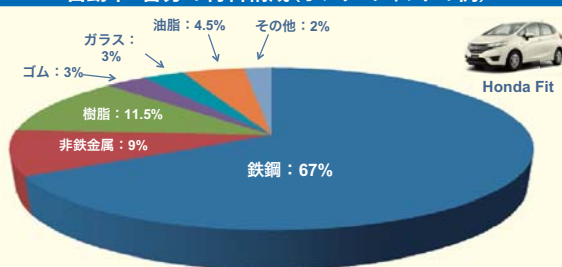


車体の軽量化は運動性能の向上と環境課題の観点から、ますます重要になっています。省燃費化のための中長期的課題として、電動化とともに軽量化が挙げられます。

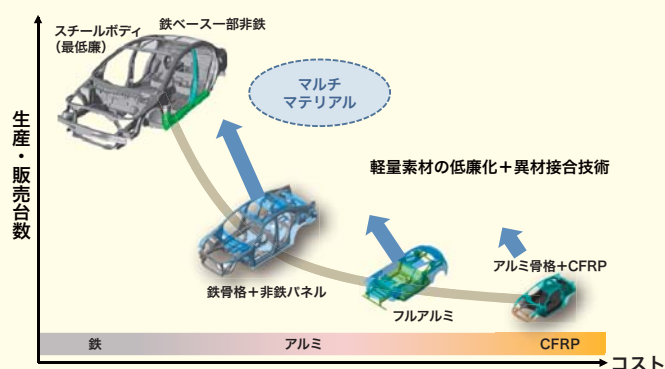
軽量化を達成するためには、構造の最適化と適材適所の材料配置が必要となります。自動車1台分の材料構成をみると、ホンダ・フィット(量産車)の場合、約7割を鉄鋼材料が占めています。そこで高強度・高延性を持つ高強度鋼板を採用し、軽量化を進めています。併せて低比重材料(アルミニウム・CFRP)の使用も開始し、ホンダNSX(高級スポーツ車)は、アルミニウムベースのマルチマテリアル車となっています。

このように効率的に軽量化を実現するためには、マルチマテリアル化は重要な技術ですが、普及に向けては、接合、電食、素材間の熱膨張差、新素材のLCA等、多くの課題があります。その解決には、さまざまな技術領域に関係する高度な研究が不可欠です。産官学共同研究であるISMAプロジェクトは、特に材料と接合技術を一体的に研究していることから、ユーザーとして、その成果に大変期待を寄せております。

自動車1台分の材料構成(ホンダ・フィットの例)



軽量化材料技術の方向性



【内閣府：SIP『革新的構造材料』におけるマテリアルズインテグレーション(MI)への挑戦】

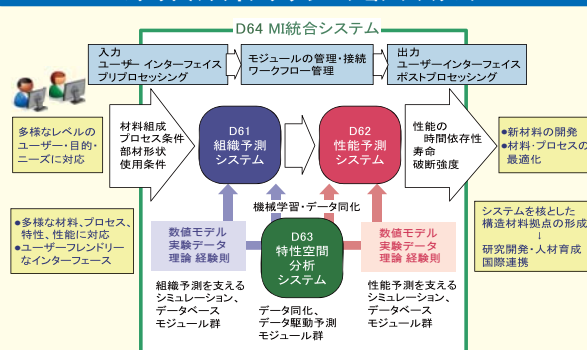
東京大学大学院
工学研究科マテリアル工学専攻
教授 榎 学 氏



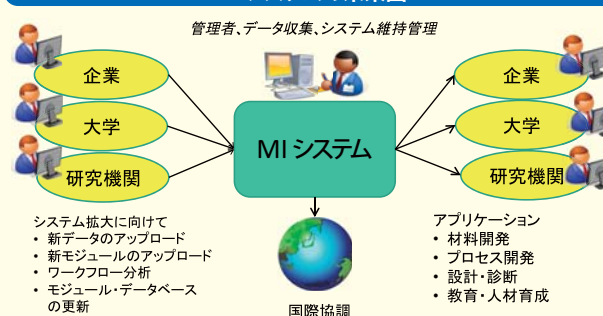
材料の劣化は非常に複雑で、長期にわたる性能の予測は難しい課題です。戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)のMIシステムはこれを克服し、材料の開発速度を飛躍的に高めます。必要なデータを入力すると、材料の組織や特性を計算、実際の使用環境での特性をはき出す画期的なシステムです。

MIの金属研究開発は、1)組織予測システム、2)性能予測システム、3)特性空間分析システム、4)統合システムの4グループで構成されています。組織予測システムは、溶接継手性能予測に利用し、予測精度向上に寄与します。性能予測システムは、組織予測で得られた組織情報から、疲労、クリープ、水素脆化、脆化破壊などの構造材料における時間依存の性能を予測します。特性空間分析システムは、情報統計力学を応用することで、データ処理・解析機能により、組織・性能予測システムを支援します。そして統合システムは、各システムを連結・統合したMIシステムの骨格と外部インターフェースを構成します。MIシステムの開発が進めば計算の専門家でなくても実験を予測できるようになります。今後は予測精度を向上させていくことが課題となっています。

マテリアルズインテグレーションシステム



MIシステムの未来図



海外調査動向

【米国】秋宗淑雄 (ISMA技術企画部 部長)

米国エネルギー省(DOE)主催の「Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting」に、2015、2016年に参加しました。本会合はDOEから資金提供を受けている研究についての評価委員会であり、ここ数年は継続して公開で行われています。評価者は4～6名が交替で報告を評価。司会はDOEの担当職員、被評価者はテーマの代表と連名者複数で発表し、質問に答える形です。

被評価対象の研究テーマ構成はCFRP:1、自動車車体:4、接合:7、マグネシウム合金:10、アルミニウム合金:3、鉄鋼:1で、各研究テーマで自動車会社(GM、フォード、クライスラー)が共同でリーダーとなっている研究が3テーマあります。また部品製造技術や接合に関するテーマにも自動車会社がパートナーとして参加しています。

材料開発は、引張強度1.2GPa・伸び30%の高延性鋼では実用化を後押し、高強度鋼では引張強度1.5GPa・伸び25%へ移行、高強度アルミニウム材料では、ナノ構造アルミニウム材の開発、アルミニウムと鉄鋼材料のFSWやレーザーによる溶接技術開発が成果です。

また研究手法としてマグネシウム材や鉄鋼材のIntegrated Computational Materials Engineering (ICME)を出口とするソフトおよびデータベース開発が行われています。プロジェクトの規模と内容についてISMAプロジェクトと比較しました。

ISMAプロジェクトとの課題の比較

	NEDO-ISMA	DOE
共通している課題	高強度高延性材料 鉄の微構造制御技術 Mg腐食試験 FSW技術開発 溶融接合 LFTD 低コストCF開発	第3世代の鉄鋼材開発 鉄の相転移・微構造の研究 Al、Mg腐食試験 FSW技術開発 溶融接合 長繊維強化樹脂複合材 低コストCF開発(天然物由来)
特徴のある課題	鉄鋼材の分析技術開発 (中性子線装置、EBSP、FE-EPMA) Mg車両用薄板成形技術 Al、Ti 精錬 材料・構造の信頼性評価技術 (腐食、水素脆化など)	実車開発(Ford車ベースで鉄とアルミ利用) 高強度鉄スタンプ材開発 Mgの製造技術全般(精錬を含む) ナノ-Al材料 材料のICME手法確立 天然物の利用(CF:リグニン、蜘蛛の糸) SPR接合 コスト計算モデル開発 全米の死亡事故率調査(車種、重量等)

※赤字は独自テーマ

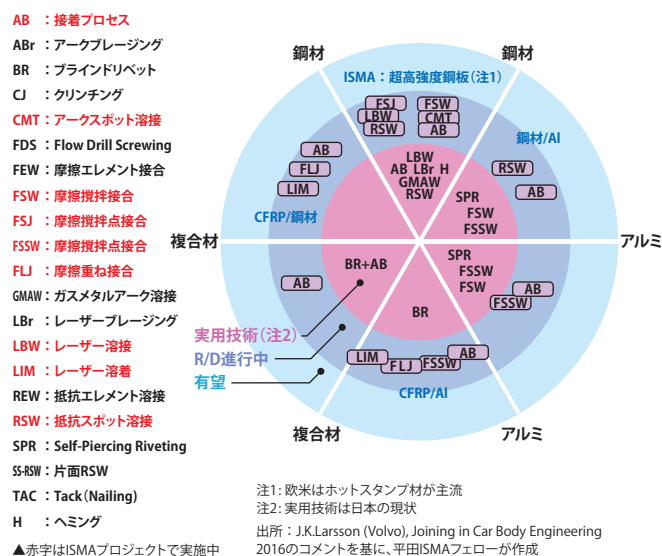
【欧州】兵藤知明 (ISMAフェロー)

昨年、ドイツのパートナーハイムで開催された「Strategies in Car Body Engineering 2016」「Joining in Car Body Engineering 2016」「EuroCarBody 2016」に参加しました。

これらの国際会議では自動車メーカーなどによる講演とともに、BMW 7 series、Audi A4など計17車種のホワイトボディが展示されました。その材料構成を大別すると、1)マルチマテリアル車体:アルミニウム合金/鋼/CFRP(BMW 7 seriesやAcura NSXが代表例)、2)アルミニウム合金と鋼の併用(Audi A4など)、3)アルミニウム合金への置換(Ford F150など)、4)鋼主体(Opel Astraなど)に分類され、適材適所を極めたマルチマテリアル化やアルミニウム合金化が進む一方で、ホットスタンプ材に代表される鋼の高強度化が目立ちました。

また接合技術に目を向けると、マルチマテリアル化や高強度鋼の採用に伴い、従来の抵抗スポット溶接に換わるレーザー溶接、Flow Drill ScrewやSelf-piercing Rivetなどに代表される様々な機械締結および接着が採用されていることが特徴的です。

ISMAプロジェクトにおける接合技術開発の位置付け



ISMAの活動についての報道

● 新聞

2017年1月24日 鉄鋼新聞、日刊産業新聞「ISMA平成28年度成果報告会」
 2017年1月30日 日刊工業新聞「鉄鋼3社と阪大: 中高炭素鋼 摩擦熱で接合」

● 雑誌

2017年2月号 日経Automotive「Mg合金: Al合金より強く成形しやすくなる」

ISMA REPORT March 2017, No.6

©Innovative Structural Materials Association. 2017 All rights reserved.

発行 新構造材料技術研究組合 (ISMA)

お問い合わせ先 新構造材料技術研究組合 (ISMA) 技術企画部
 〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-9-4 蚕糸会館10階
 Tel : 03-6213-5655 Fax : 03-6213-5550
 制作協力: サイテック・コミュニケーションズ
 デザイン: 高田事務所