

TODAY

よきクルマは、よきハガネから



愛知製鋼株式会社
執行役員 野村 一衛

弊社、愛知製鋼は「よきクルマは、よきハガネから」を創業の精神として昭和15年に設立され、これまで自動車の進化および社会環境の変化に対応した特殊鋼の開発と製造に努めてきました。

創業者の豊田喜一郎氏は弊社創業の使命を次のように記しています。「自動車専門材料に適するよう、素材の時の寸法を正確にして一定なものを作り、材質もまた均一不変なものとすると同時に「マシナビリティ」と「デュラビリティ」の良い鋼を作り、もって自動車工業本来の目的たる大量生産を材質方面から援助し、促進し、我国自動車工業の確立を計らんとするものである。」この考え方は現在も相通じるものであり、氏の自動車用特殊鋼に対する深い慧眼を窺い知ることができます。すなわち、自動車の「走る、曲がる、止まる」という基本性能を支えるエンジン、トランスミッションあるいはサスペンションなどに用いられる特殊鋼は非常に高い信頼性を求められると同時に、部品が大量に経済的に製造できるように鍛造加工性や機械加工性などが求められ、これらを高いレベルで両立していくことが自動車用特殊鋼の使命であると言えます。

さらに、自動車は日々進歩が著しく、また社会環境も刻々と変化しており、これらの要請に応じていくことも特殊鋼の使命であります。弊社におけるこれまでの取り組みとこれからの考え方について一部紹介させていただきます。

1970年代のオイルショック以降、省エネルギー化の社会的ニーズが非常に高まりました。これに応えるべく、熱処理が省略できる各種の非調質鋼を開発し、クランクシャフトやコンロッドなどの製造エネルギー低減に貢献してきました。また1997年の京都議定書以降CO₂低減の社会的要請が非常に高まり、自動車においてもCO₂排出量低減のための技術開発が加速しま

した。燃費向上には自動車部品の軽量化が有効であるため、各種の高強度ギヤ用鋼や高強度コンロッド用鋼などを開発し、自動車の軽量化に貢献してきました。さらに欧州連合におけるRoHS指令(2006年)の動きなどを考慮した鉛フリー快削鋼を開発し、環境対応にも貢献してきました。最近ではレアメタルの資源リスク低減をねらいとしたMo省略型ギヤ用鋼などの開発も進めています。

また、ガソリンエンジンなどの内燃機関のみを動力源としていた自動車ですが、1997年にハイブリッド車の国内一般販売が開始され、現在では国内自動車販売の上位に常に位置する存在となっています。電気自動車もまだ販売台数は少ないですが、インフラ整備とともに着実に台数が増えています。そして昨年12月より燃料電池自動車の一般向け販売が開始されました。まだまだ台数は少ないですが、水素ステーションなどの社会インフラの整備とともに今後、大きく拡大していくものと期待されます。

ハイブリッド車、電気自動車さらに燃料電池車においては従来の特殊鋼に加えて、機能性金属材料素材の重要性が非常に大きくなってきます。弊社におきましてもモーターの高性能化および低コスト化に貢献する磁石や、高圧水素環境においても信頼性の高いステンレス鋼の開発に取り組んでおります。自動車分野に限らず、今後の土木、建築、鉄道などの社会インフラ分野や資源・エネルギー分野の機器、装置あるいは設備などの技術開発においてもステンレス鋼や高機能素材の重要性は一層高まっていくものと思います。弊社においては「よきクルマは、よきハガネから」の創業の精神を発展させ、「よき社会は、よき素材から」を現代のミッションとしております。特殊鋼だけでなく魅力ある素材を幅広く開発し、製造していくことにより、これからの社会に一層貢献していきたいと思っております。

最後になりましたが、JRCMの皆様および共同研究開発の各機関の皆様には「燃料電池自動車及び水素ステーション関連機器向け使用可能鋼材の拡大に関する研究開発[NEDO事業]」および「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発[NEDO事業]」のプロジェクトを通じ、多くのご指導とご支援をいただいていることに深く感謝を申し上げます。

高効率モーター用磁性材料技術研究組合 (MagHEM) 欧州調査報告

高効率モーター用磁性材料技術研究組合 専務理事 作田 宏一

1. はじめに

当組合では、現在実施中の未来開拓研究プロジェクト「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」を的確に進めるため、グローバルな技術動向、市場動向等に関する最新情報取得を目的とした海外調査を行っている。平成 26 年度は、欧州における各種プロジェクト参加機関及び関連企業を訪問し、プロジェクトの概要と今後の展開、欧州企業の取り組み等について調査を行ったので、簡単にご紹介したい。

2. 調査の概要

- ・日程：平成 26 年 11 月 17 日(月)～11 月 26 日(水)
- ・参加者：組合員各機関から 1 名、小職、外部有識者、NEDO 担当主査 計 14 名
- ・訪問先(訪問順)：ヨゼフ・シュテファン研究所(スロベニア)、バーミンガム大学(英国)(別動隊につき、本報告では割愛)、ダルムシュタット工科大学、フラウンホーファー IWKS、パキュウムシュメルツ社、ボッシュ社、SPS IPC Drives 2014(大規模展示会)(以上ドイツ)

3. 欧州における関連プロジェクトについて

高効率モーターの開発や省・脱レアース化を目指した新しい磁性材料の開発については、欧米各国で大規模な国家プロジェクト等が実施されており、欧州では、FP-7 (第 7 次 Framework Program) の枠組みを中心に、多数のプロジェクトが進行中である。

当組合が実施中のプロジェクトに近いものとしては、ROMEIO (Replacement and Original Magnet Engineering Options) (重希土類削減ネオジム磁石及びネオジム磁石とフェライト磁石の中間性能の希土類フリー磁石開発)、NANOPYME (Nanocrystalline Permanent Magnets based on Hybrid Metal-Ferrites) (希土類フリー磁石開発)、REFREEPERMAG (Rare-Earth Free Permanent Magnets) (希土類フリー磁石開発)、等がある。

4. 各訪問先の概要

1) ヨーゼフ・シュテファン研究所 (リュブリャナ、スロベニア)

訪問日：11 月 18 日

応対者：Sponenka Kobe 教授、他 2 名

「シュテファン・ボルツマンの法則」で知られるヨーゼフ・シュテファン(1835～93)の名前を冠したこの研究所は、1949 年に核兵器の研究のために設立されたスロベニア最大の公共研究機関で、物理、化学、情報等、広い分野の研究を実施している。職員数は約 1,000 人で



図1 ヨーゼフ・シュテファン研究所

ある。大学ではないが、教育・人材育成にも力を入れていることを強調していた。

ナノ構造材料部の Sponenka Kobe 教授が代表研究者を務めている上記 ROMEO プロジェクトは、①重希土類フリー/大幅削減の NdFeB 磁石の開発、② NdFeB 磁石とフェライト磁石の中間性能の希土類フリー磁石の開発、の 2 つのゴールを目指す FP-7 のプロジェクトであり、2012～15 年の 3 カ年計画で、総予算は約 4 百万ユーロとのことであった。①の課題では、電析による DyF3 付与+拡散熱処理による Dy 削減の研究や TEM による高度な組織観察等について、②では、網羅的な材料探索の結果等が紹介された。

2) ダルムシュタット工科大学 (ダルムシュタット、ドイツ)

訪問日：11 月 20 日

応対者：Oliver Gutfleisch 教授、他 4 名

ダルムシュタットは人口 15 万人の内、4 万人が大学関係者という学園都市で、フランクフルトから列車で 20 分程の距離にある。訪問直前に彗星への探査機着陸というイベントのあった欧州宇宙機関 (ESA) の指令部が

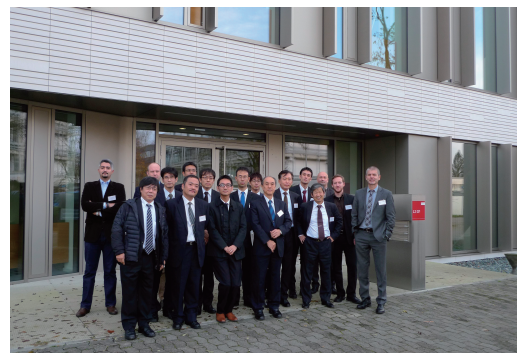


図2 ダルムシュタット工科大学

ある(後述)。なお、希土類磁石に関する大きな国際会議 REPM の次回会議は、2016年8月末に本市で開催予定である。

ダルムシュタット工科大学は1877年創立の伝統ある工科大学で、Magnetic materials for green technology のコンセプトで各種磁性材料の研究を推進している。

材料科学科の Oliver Gutfleisch 教授は、欧州における希土類磁石関係の中心人物で、ROMEO の他、RESPONSE (Resource-efficient Permanent Magnets by Optimized Use of Rare Earths) 等、数多くの EU 横断プロジェクトに関わっている。

Dy 拡散 NdFeB 磁石、FeN 磁石、磁気冷凍材料 (LaFeSi)、LaCo 磁石、Mn 系磁石等、様々な磁石材料に関して、材料作製から各種評価まで一貫した実験設備を有し、基礎研究から応用まで幅広い研究が行われており、複数の企業との共同研究体制が確立されている印象を持った。最近、危機的状況からは脱した感のあるレアアースの資源問題について、「境界条件は変わっていない」というのが Gutfleisch 教授の持論とのことであった。

3) フラウンホーファー IWKS (アルツェナウ、ドイツ)

訪問日：11月20日

応対者：Dr. Roland Gauss 氏、他4名



図3 フラウンホーファー IWKS
アルツェナウサイト

フラウンホーファー研究機構は、66の研究所、22,000人の職員を擁する欧州最大の巨大研究組織である。IWKS というのは、資源戦略、リサイクル、代価材料の3つの柱で材料研究を行う本機構のグループの名称で、バイオ、電子材料、磁性材料、電池材料、照明材料、スラグの6分野をカバーしている。物理的には ISC(珪酸塩研究所) のハーナウとアルツェナウのサイトに属している。今回訪問したのは、この内のアルツェナウのサイトで、ダルムシュタットから車で小一時間の距離にある。

この研究グループでは、磁石材料のリサイクルが重要な課題として取り組まれており、10kg級の磁石製造パイロットライン(焼結磁石、ボンド磁石、熱間強加工磁石)が短期間で完成している。各種の磁気特性評価装置、分析装置も揃っていた。2)で訪問したダルムシュタット工科大学の Gutfleisch 教授が本グループのリーダー陣にも加わっており、同大学との産学連携が旨く機能している

ようである。高性能の磁性材料を狙うというよりは、低資源リスクや、低コスト、リサイクル等、持続可能な磁性材料開発に主眼を置いている印象を受けた。

4) バキュームシュメルツ社 (ハーナウ、ドイツ)

訪問日：11月21日

応対者：Roland Stepputat 副社長(永久磁石担当)、他9名



図4 バキュームシュメルツ社
ハーナウ事業所

バキュームシュメルツ社は、軟磁性材料、磁石材料、誘導加熱材料等及びそれらを用いた加工部品等の製造会社で、従業員は約4,500人(内1,600人がハーナウ事業所所属)であり、フィンランドや中国等、世界各地に工場がある。社名は高周波誘導加熱による真空溶解炉から来ており、玄関に商用第一号機の実物が展示されていた。

NdFeB 焼結磁石、SmCo 焼結磁石等の生産を行っており、ROMEO プロジェクトにも参加している。NdFeB 磁石の粒界拡散による保持力向上の研究、軟磁性材料関係では、FeCo 系、FeNi 系に関する研究紹介の後、焼結磁石の成型・焼結から加工・検査、着磁までの工程を見学した。欧州では湿度が低いので、磁石の表面コーティングは不要とのことであった。なお、欧州では、軟磁性材料に関する研究プロジェクトは殆どないとのことであった。

5) ボッシュ社 (シュツットガルト、ドイツ)

訪問日：11月24日

応対者：Christof Bernauer 副社長(電動機担当)、他8名



図5 ボッシュ社 中央研究所

シュツットガルト郊外にあるボッシュ社の中央研究所を訪問した。ボッシュ社は売上高 461 億ユーロ（研究開発費 45 億ユーロ）、従業員数 281,000 人を有する世界最大の自動車部品メーカーである。研究センターはドイツ、ロシア、米国、日本、中国、インド、シンガポールにあり、先端技術関係では、次世代自動車、ソフトウェア開発、工業生産技術等、応用研究関係では、金属材料加工技術、シミュレーション、マイクロシステム等、多岐に渡る研究開発を展開している。最近では、自動運転、医療、ロボット関連等の新分野も手掛けており、売上の 1/3 は自動車部品以外の産業用・エネルギー・建築関係とのことであった。

ハイブリッド車についての歴史は古く 1973 年のフォードの開発案件から始まり、今は VW、ポルシェ、プジョー、スマート、BMW にもコンポーネントを供給している。IMG（一体型モータージェネレーター）、PSM（永久磁石励磁同期モーター）、ASM（非同期モーター）等に関する紹介の後、永久磁石や軟磁性材料の評価装置、モーターのトルク評価装置等のラボツアーがあった。

社内で材料開発は行われておらず、各種磁石材料の特性を活かしたモーター設計により、様々な顧客ニーズに対応している印象を受けた。レアアース資源問題については、比較的楽観的なスタンスであった。

6) SPS IPC Drives 2014 (ニュルンベルク、ドイツ)

訪問日：11 月 25 日

シュツットガルトから列車で 3 時間弱のニュルンベルクにて毎年開催されるモーターと周辺技術に関する展示会で、11 万㎡の会場に、例年の出展約 1,600 社、来場者約 6 万人という規模の巨大展示会である。帰国後確認した所、今回の出展は 1,237 社、来場者数は 45,900 名であった。

内容は工業機械の自動化等に特化した展示会で、展示



図6 SPS IPC Drives 2014 展示会場

物も最終製品が多く、磁石等の材料関係の展示はほとんど無かったが、安価で強力な磁石の登場は各社待ち望んでいる様子であった。モーターに関しては、コストの点からフェライトの使用、リラクタンストルクの活用等が目立った。

5. 所感

今回、幾つかの大学・研究機関や関連企業を視察して感じた欧州諸国における研究開発の動向としては、現状の特性を超える最先端の材料開発にチャレンジするというよりも、材料開発の基礎となる各種評価・解析技術の向上や、資源問題の解決策として、リサイクル等のより現実的な方向を目指しているという印象を受けた。

なお、全くの偶然ながら、出発直前の 11 月 12 日深夜（現地時間：同日夕方）、ESA（欧州宇宙機関）の探査機 "Rosetta" から放出された着陸機 "Philae" が彗星に着陸するという記念すべきイベントがあったが、その舞台となった ESA の指令部である European Space Operations Center (ESOC、欧州宇宙運用センター) は、今回訪問したダルムシュタットにある。日本で言えば、JAXA の筑波宇宙センターに相当する施設である。

ダルムシュタット工科大学訪問時には時間が取れなかったが、週末の土曜日、改めて ESOC を訪ねてみた。特に記念の施設一般公開等は計画されていないことは事前に調べて分かっていたが、世界中から注目の的となっているはずで、何らかの掲示等があることを期待して行ったのだが、その期待は見事に裏切られた。ダルムシュタットの駅に程近い ESOC は、閑静な住宅街の一角にあった。休日であることから、もちろん入口は閉まっていたが、見物客らしき人影もなく、立て看板の類も全くなかった。



図7 欧州宇宙機関 (ESA)
欧州宇宙運用センター (ESOC)

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第 340 号

内容に関するご意見、ご質問は JRCM 総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2015 年 2 月 1 日

発行人 小紫 正樹

発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目 5 番 11 号 第 11 東洋海事ビル 6 階

T E L (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp