

## TODAY

## 着任のご挨拶に代えて



経済産業省 製造産業局  
鉄鋼課 製鉄企画室  
室長 坂元 耕三

「竹上製鉄企画室長の後任に命ず」とある木曜日の正午直前、人事担当の上司に呼ばれた私は、机越しにこう言い渡されました。奇しくも同日、自分の部下2名に対し、同旨の内容を伝えた直後の出来事でした。尊敬している方の後任ということも加わって、妙な気分になりました。入省以来16番目の所属への異動となりますが、「鉄鋼課・製鉄企画室」への異動という内示は、光栄や期待の気持ちがあるとはいえ、やはり不安や心配といった気持ちの方が占有しました。熟考を重ねた末は「重責に耐えられるだろうか」と自問する始末です。鉄鋼は国家の礎を支えてきた基幹産業でありますし、歴史と伝統のある部署への配属ですので、重たい任務や責任から逃れることは出来ないという思いがずっしりと双肩にのしかかりました。

製鉄企画室に着任して一ヶ月が過ぎました。予想以上に日々の経過をはやく感じています。多数の方々との面談や多数の会議への出席を経験しました。生産工場も3社ほど拝見させて頂きましたし、外国出張も経験しました。交換させて頂いた名刺の数も相当な数になります。多くの方々から、懇切丁寧に様々なご指導を賜ったことに感謝している次第ですが、同時に、やはり鉄鋼産業の裾野は広大で、かつ、偉大であると実感しています。「異動を頻繁に繰り返す行政官に何が出来るのか」といったご意見があるのも自覚していますが、折角頂いた機会ですから、刻々と変化し続ける環境の中で、自分なりに出来ることは最大限果たしていきたいと思えます。企業活動や産業活動は極めて多数の課題に果敢に臨まなければなりません。その中で、何が競争

領域で、何が協調領域であるのかを見極めたいと思います。そして、行政機関の一員として、協調領域に対して、未来に貢献できる仕事をひとつでも多く、少しでも深く体現したいと考えています。前任者が歩んできた路線とこれまでの我が経験を活かし、①マルチマテリアルといったIT技術を意識した材料開発、②省エネルギー・環境への対応の2点には、特に力を入れていきたいと考えています。

前職では「外国為替及び外国貿易法」という法律の執行を担当していました。罰則等が結構厳しい法律ですので、ある一定規模の会社であれば、担当部長や担当者、社内規定などの体制がしっかりと整備されています。膨大な量の書類を保管されている企業も多くあります。しかし、ちょっとした失敗が大きな不幸に発展することがあります。①営業担当の方が法令の適用を知らなかった(例; サンプル出荷)、②社内手続きは実施したものの判断や解釈を間違えてしまった(例; 適用条文の誤り)といった、悪質性の低い法令違反が頻発しているのが実態だからです。一言社内の担当者に相談してくれば防げたケースも多く有ります。また、一生懸命に対応したのに、たった一ヶ所見落としてしまった結果、判断を間違えた、つまり法令違反をしてしまったといった場合も有ります。企業コンプライアンスが重視されていますので、多くの方々の方が常々十分に注意されていると理解していますが、「制度や手続きが形骸化していないのか」といった認識も重要だと痛感しています。

コンピュータは30年で100万倍という猛烈な速度で進化を遂げてきたと言われていています。これからは人間が成長するかのように「機械学習」する方向で更なる進化が果たされるかもしれません。我が身はどうでしょうか。流石に体力や記憶力の衰えは隠せません。せめて、30年で幾多の艱難を潜り抜けた経験を活かし、思考停止にならないよう、我が身に鞭打ち果敢に挑戦する気持ちで臨みたいと思います。誌面をお借りして申し分けございませんが、関係各位のご指導・ご助言をお願いする次第です。

# Intermag2015 国際会議に参加して

## 高効率モーター用磁性材料技術研究組合 主席研究員 山内 清隆

JRCM では、平成 24 年度より 10 年間の予定で開始された新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」プロジェクト（以下“MagHEM”）において、技術調査センターとして特許調査・技術調査活動を行っている。本調査活動の対象となる技術・材料は①永久磁石材料、②軟磁性材料、③モーターである。

この度、北京で開催された Intermag2015 に参加し、軟磁性材料を中心に磁性材料の技術動向を調査した。

磁性材料の分野では、米国物理学会が主催する MMM（Magnetism and Magnetic Materials）と IEEE（米国電気電子学会）が主催する Intermag（International Magnetism Conference）の 2 つの大きな国際会議が毎年開催され、3 年に一度合同の会議が開催される。前者は磁性材料が主体で比較的基礎的な発表が多いのに対し、後者は磁性材料から応用まで幅広い内容が含まれる特徴がある。

前年（独、Dresden）に引き続き、2015 年も Intermag 単独の会議が北京で開催された（5/11～15）。

### 1. 会議の概要

会場となった CNCC（China National Convention Center）（図 1）は北京中心部から北に十数キロの郊外にある北京オリンピックが開催された地区内にあり、会議場からはメインスタジアム（俗称：鳥の巣）（図 2）や体育館等巨大な建造物を観ることができる。

CNCC 自体も非常に大きく、施設や設備がゆったりしており、通常 Intermag のレセプションは立食形式で混雑する場合が多いが、ここで



図 1. 会場となった China National Convention Center



図 2. 北京オリンピックメインスタジアム（鳥の巣）



図 3. 昼食会場（レセプションホール兼用）

は全員が丸テーブルで椅子に腰かけて会食ができるほど広く、かつ食事や飲み物も十分過ぎるほどあり、中国のお国柄が感じられた（図 3）。

プレナリーセッションで本会議の参加者は約 1,750 名と報告されたが、前年（1,500 名強）より若干多かったようだ。投稿論文数は 2,532 件、採択論文数が 1,785 件（採択率約 69%）であり、前年の各々 2,466 件、1,738 件（約

70%）とほぼ同程度であった。

国別の発表件数比率は、開催国である中国がダントツに多くて 38%、続いて日本 10%、米国 10%、ドイツ 8%、韓国 7%であった。この比率は、2014 年は日本 14.3%、中国 12.3%、独 11.9%、米国 9.5%、韓国 7.1%との報告があるので（JRCM NEWS No.333）、今年は中国が大幅に増えて日本や独、その他の国が減少した比率となっている。大会参加者の点でも、日本の磁性材料関係の学会でなじみの顔が今回は少ない印象を受けた。

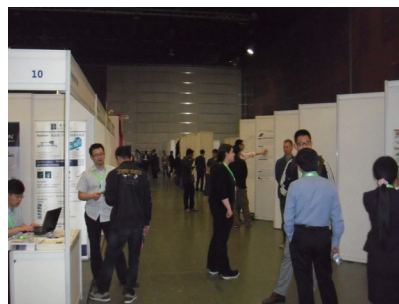


図 4. ポスターセッション会場

### 2. 磁性材料セッションの概要

口頭発表 9 会場とポスター発表が並行して行われたことから、関係するすべてのセッションを聴講することは不可能であり、私の主担当である軟磁性材料を主に調査を行ったが、磁石材料について得た情報も含めて以下にその概要を示す。

#### (1) 磁石材料

磁石材料はオーラル、ポスター含めて 103 件の発表があり（欠講含む）、その地域別の内訳を表 1 に示す。発表件数では中国、北米（カナダ含む）、日本の順に多く、そのうちで口頭発表の比率は、北米、欧州、日本が高く、その他はやや低い傾向が見られる。

表1. 磁石材料の地域別発表件数

地域	発表件数	オーラル件数(内数)	
		件数	比率(%)
中国	45	16	36
北米	20	13	65
日本	14	7	50
欧州	9	5	56
韓国	5	2	40
その他	10	4	40
合計	103	47	平均=48

表2に、材質別の発表件数を示すが、NdFeB磁石(Ce,Di系含む)の改良に関する発表が約4割を占めている。一方、日本ではあまり研究がされていないMnBi系やSmCo系などの発表が比較的多い。特にMnBi系は米国のアラバマ大学を中心にプロジェクトを組んで研究を進めており、米国からの発表が多い。NdFeBの改良およびNdFeBを代替する研究とも、研究開発は各国において精力的になされているが、私が知見した限りにおいて衆目を集めるような発表を見出すことはできなかった。

表2. 磁石材料の材質別発表件数

材質	件数
NdFeB(Ce系含む)	40
SmCo	10
MnX系(X=Bi他)	10
ナノコンポジット	9
Li <sub>0</sub> (FeNi他)	3
金属間化合物	2
窒化物	2
その他(フェライト等)	27
合計	103

## (2) 軟磁性材料

次世代モーター用軟磁性材料としては、飽和磁束密度Bsが高く、鉄損の低い材料が求められる。軟磁性材料はオーラル、ポスター含めて111件の発表があったが、そのうち42件はBsが低いソフトフェライト関係であり、上記の観点から調査対象となる軟磁性材料の発表は69件であった。その地域別の内訳を表3に示す。

発表件数は、中国、欧州、日本の順に多く、そのうちで口頭発表の比率は欧州、中国が高い。特徴的なのは、米国の件数が少なく、オーラル発表は0であった。ま

表3. 軟磁性材料の地域別発表件数

地域	発表件数	オーラル件数(内数)	
		件数	比率(%)
中国	27	11	41
欧州	15	7	47
日本	10	3	30
韓国	6	1	17
米国	4	0	0
その他	7	2	29
合計	69	24	平均:27

た、上記69件のうちで、民間からは新日鐵住金とPOSCO(韓)からFe-Siの発表がか各1件あるのみで、残り67件は大学や公的研究機関からの発表である。

本プロジェクトの調査対象として注目する軟磁性材料は、金属系のアモルファス合金、ナノ結晶合金、複合材料の圧粉磁心等であるが、表4にその材料別発表件数を示す。アモルファスに関しては、Fe基アモルファス(Fe-Si-B系)や金属ガラスの改良や基礎的研究に係わる内容が多く、ナノ結晶に関しては高Bs系の発表が少なく、従来型のファインメット(Fe-Si-B-Nb-Cu系)の改良に係わる内容が多い。圧粉磁心の発表は極めて少ない。

表4. 軟磁性材料の材質別発表件数

材質	件数
アモルファス	14
ナノ結晶	12
圧粉磁心	2
Fe-Si	6
その他(薄膜等)	35
合計	69

また、表3に示したように、国別では中国からの発表が多く、その技術内容も年々向上してきているように感じている。今回、中国におけるアモルファスや高Bsナノ結晶、圧粉磁心等の発表に注目したが、技術内容的にはまだまだこれからの感を抱いた。

軟磁性材料に関して、個別の興味ある発表を以下に記述する(冒頭の番号はプログラムNo.)。

### CD-07: Ninboh Institute (中国)

Fe-Si-B-C系アモルファス合金に関して、飽和磁束密度(Bs)を高めるためにFe量を増やすとアモル

ファス形成能が劣化することが知られている。Fe量が83at%の合金系でPを添加することによりアモルファス形成能を高め、Bsが1.61~1.69Tを達成した。高Bsナノ結晶合金のナノメット(Fe-Si-B-P-Cu系、東北大-NECトーキン)と特性比較をしていたが、発表内容はCuを含まないアモルファスであった。

### CD-11: South Eastern 大学 (中国)

Fe-Hf-Cr-B合金をメルトスピニングで薄帯化後、水蒸気雰囲気中で熱処理し、Fe<sub>2</sub>Hfアモルファス相の周りを酸化物相が覆う組織を実現した。Bsは1.35T程度だが、比抵抗が大きく高周波まで高透磁率が得られる(例:周波数10<sup>8</sup>Hzでμ=50)。

### ED-05: 中央大学 (日本)

Fe基アモルファスは磁歪が大きいという欠点がある。その原因を解明するため、Fe-B薄膜単結晶を作製し磁歪を測定した。アモルファスだから磁歪が大きいのではなく、組成に強く依存していることを証明するため、今後組成系をさらに増やして評価する計画である。

### ER-10: 東北大学

Fe-Si-B-P-Cu系高Bsナノ結晶合金は、約1.84Tの高いBsと優れた軟磁気特性を示すことが知られている(商品名:ナノメット)。これにCoを5%程度添加するとBsは1.9Tを超えるようになるが、保磁力(Hc)が70A/mくらいに大きくなる。その理由は、アモルファス薄帯の製造時に微結晶が析出し、その後の熱処理により粗大化するためである。

現在、結晶を粗大化させない方法を継続研究中である。

### ER-13: 東北大学

Fe-Si-B-P-Cu系高Bsナノ結晶合金のメタロイド元素の添加効果についての研究発表。同系合金は、熱処理時の結晶粗大化を抑制するためには急速加熱をする必要があることが知られているが、その理由は結晶化の起点となるCu-Pの結合が弱いことに関連する。

### GR-09: Carnegie Mellon 大学 (米)

将来、半導体素子や回路技術がさらに向上し、高出力の電子機器がMHz以上で動作するようになると、現状の軟磁性材料では対応でき

ない。CoFeB-Si系ナノコンポジット膜を開発中。磁気特性の報告はなかったが、基礎的な研究にかなり力を入れており、継続調査する必要がある。

#### GR-14：長崎大学

Fe<sub>30</sub>Ni<sub>70</sub>合金膜をめっき法により形成した。膜厚は10 μm（成膜時間3分）、Bsは約1 T程度、Hcは約30A/mである。まだ基礎研究段階だが、成膜速度が速いので量産可能であり、モーターコア用等への応用を検討する予定。

その他：太陽誘電（株）から、有機系バインダを用いない圧粉磁心の発表があった（BX-12）。また、National Cheng Kung 大学（台）から、低速ロータに3Dプリンタで形成した圧粉磁心を用いた、高トルク密度の磁気ギアの発表があった（Au-14）。

### 3. 北京冶科電子機材有限公司訪問

学会初日（5/11）は関連する発表がなかったため、北京近郊（北東へ約60 km）にある北京冶科電子機材有限公司を訪問した（図5）。同社は、約15年前からファインメット（FeCuNbSiB ナノ結晶合金）のリボンおよび応用製品を製造販売している。生産量は約60トン/月。中国内にはアモルファスやファインメットの製造メーカーは200社くらいあると聞かすが、そのほとんどは中小であり、最大メーカーは安泰科



図5. 北京冶科電子機材有限公司玄関にて（右から3人目：筆者、右から2人目：Sun Rujin 総経理）

技でここがダントツ（トランス用アモルファスを主に推定生産量約6万トン/年）とのこと（安泰科技にも見学を申し入れたが断られた）。ファインメット製造装置は、重力制御200kg炉1台、圧力制御100kg炉2台を有し、板厚25~33 μm、板幅60mmのリボンを製造できる（リボンはやや脆弱であった）。巻き取り装置は有しない。同社内で部品化までやっているが、高周波トランスや電流センサなどかなり大型の部品が多い。顧客からの低コスト化の要求が厳しく、生産量は伸び悩んでいる様子であった。

### 4. 所感

約10年ぶりに北京を訪問したが、心配していたPM 2.5は2~3日前に降った雨で洗浄されたらしく、それほどでもなくて安心できた。会場周辺の街並や道路は、各種表記が中国語でなければアメリカにいるのと見間違えるほど巨大で整然としている。北京オリンピック前の現地を知る人にとっては驚愕する変化であったようだ。空き時間に故宮を見学したが（といっても宝物殿を見る時間はなく、中央の通路を通過しただけ）、全てが巨大で広い（図6）。

Intermag2015は、運営面では極めて順調に進められたと思うが、開催国である中国からの発表



図6. 故宮外観（中山公園頂上からの展望）

が多く、日本や欧米からの発表が減少したことは残念であった。私が調査対象とした高効率モーター用磁性材料という観点では、注目すべき発表が少なかったというのが全体を通じての印象である。しかしながら、磁石材料においては欧米はもちろん、中国や韓国もかなり力を入れており、また台湾、シンガポール他アジア各国からの発表も増えており、今後これらの研究動向を十分注視してゆく必要があると感じた。また、軟磁性材に関しては、米国からの発表が少なかったものの、中国からの発表が多く、また欧州も地道な研究を継続している。日本が先行しているアモルファスや高Bsナノ結晶軟磁性材に関しては、中国においても研究が活発になされており、今後注目すべき発表はなかったものの、今後その動向を十分注視してゆく必要があると感じた。

## お知らせ

### 第223・224回西山記念技術講座 「表面処理鋼板の技術展開」開催のご案内

主催：（一社）日本鉄鋼協会

日時：

第223回 2015年10月14日（水）  
9:30～16:40

第224回 2015年10月21日（水）  
9:30～16:40

場所：

第223回（東京）早稲田大学 西早稲田キャンパス 63号館2階（大会議室）（東京都新宿区大久保3-4-1）  
第224回（大阪）（株）ラソソテ 3階会議室（大阪市淀川区宮原1-6-1 新大阪ブリックビル3階）

問合せ先：

（一社）日本鉄鋼協会 学会・生産技術部門事務局 育成グループ

TEL: 03-3669-5933 FAX: 03-3669-5934 E-mail: educact@isij.or.jp

詳細は以下を参照してください。

<https://www.isij.or.jp/mu1vn1m2m>

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第347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9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

TEL (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](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)