技術委員会より

理事 兼 技術委員長
元・三菱製鋼㈱
福田　方勝

本年６月より技術委員長を務めております。よろしくお願いいたします。

技術委員会の主な仕事の一つとして、当協会が開催している技術例会、シンポジウム、寺子屋 BM 塾の実施をすることがあります。コロナ禍により、2020 年の技術例会（5 月、9 月）、前期の寺子屋塾はやむなく中止とし、それ以降は ZOOM などによるオンラインで実施してきました。本年５月に新型コロナ感染症が感染症法の第５類に移行したことにより、対面での講演会や講義が実施できるのではないかということで、本年５月の技術例会、前期の寺子屋塾から対面とオンラインのハイブリッドで実施することとしました。オンラインだけの場合と違って、ハイブリッドでは思いのほか難しいということがありました。講師、会場で参加している方、オンラインで参加している方それぞれにパソコン、カメラ、マイクなどいろいろな設定をしなければなりませんでした。特に、マイクとスピーカの設定には苦労し、試行錯誤を繰り返しました。事前に会場でのテストを行なったり、技術委員がそれぞれ協力して何とか実施できたというところです。

対面、オンラインの講演や講義にはそれぞれメリットがあります。オンラインでのメリットは、会場に行くための時間と費用が節約できること、業務中にその時間だけ参加すればよいということで効率化がはかれること、講演者のスライドがパソコン画面上で見やすいということなどがあると思います。一方、対面でのメリットは、講師の方や会場での参加者と講演や講義の時間以外で直接会話することができ、講演や講義以外についてもいろいろな意見交換ができるということです。さらに、その後の懇親会において多くの方たちとつながりを持つことができることです。これが最も重要かもしれません。

寺子屋 BM 塾については寺子屋塾報告を参照いただくとして、以下、第 101 回技術例会について簡単にまとめておきます。参加者は、講師、スタッフを含めて 93 名でした。講演内容については BM レポートを参照ください。

第 101 回技術例会：
「希土類磁石関連の最新動向とその応用および熱処理装置」
日時：2023 年 5 月 26 日　13:00 ～ 17:00
場所：アートホテルラングウッド及び ZOOM によるハイブリッド

1.　2022 年度ボンド磁石 (BM) の生産推定

東京フェライト製造　石橋　彰

ボンド磁石の国内生産、日系メーカーの生産金額、国内生産量推移、世界生産量推移などが報告されました。2022 年のフェライトボンド磁石の国内生産は 10,100 トン（93%）、144 億円（99%）、希土類ボンド磁石の国内生産は 1,220 トン（85%）、343 億円（110%）でした（括弧内は 2021 年比）。また、日系メーカーの海外生産はフェライトボンド磁石で 92 億円（92%）、希土類ボンド磁石で 529 億円（105%）でした。

生産量の推定は企画委員会で行っていますが、統計データの減少がまだ十分回復していないこと、海外情報の収集が薄いこと、海外リサーチ会社の統計とも比較しているが憶測に頼る部分が多いことなどの課題が残されているということです。会員の皆様のご協力をお願いいたします。

2.　磁性材をはじめとする機能材料向けの加熱・熱処理装置

中外炉工業　神田　宏

熱処理炉の基本要素としては、処理形態、有効サイズ、温度、炉内環境などがあります。技術課題としては、材質ごとの適正加熱・冷却、酸素や不純物の無い雰囲気下での搬送・加熱、ロット間・ロット内バラツキを抑制するための温度制御、安定した大規模生産があります。最近では、省エネ・脱炭素需要の高まりもあります。これらの技術課題に対応する、真空炉、マッフル炉、ホットプレス、ガス圧高温炉、強制冷却システム、メタルエレメント炉、大型焼成炉、トレイプッシャ型炉、ローラハース型炉、容器レス粉体焼成炉などの設備について具体的に紹介がありました。

3.　やわらかい永久磁石の創成と展開

名古屋工業大学　岩本　悠宏

やわらかい永久磁石として「永久磁石エラストマー」を紹介いただきました。永久磁石エラストマーは永久磁石の性質とやわらかいという粘弾性の性質を併せ持っています。作製方法としては、粘弾性のシリコンゲルと強磁性のネオジム微粒子を混合し、任意形状に加熱成形し、パルス磁場により着磁します。永久磁石エラストマーは永久磁石微粒子を含んでいるため磁化するための外部磁場が不要です。また、粘弾性があるために３次元的に伸縮もします。応用例としては、エネルギーハーベスティングや電池フリーワイヤレスセンサーなどがあるとのことです。

4.　サマリウムコバルト マイクロ磁石

TDK　藤原　良元

マイクロマシンの駆動に適した永久磁石を開発することを目的として、Sm-Co 系でマイクロ磁石の製造方法を開発した経緯を説明されました。製造方法としては、溶融塩に Sm 粉末を溶解し、Co の基材を投入すると Sm は Co へ拡散して $SmCo_2$ を形成し、これを熱処理により Sm をさらに拡散させ $SmCo_5$ 磁石を形成します。膜厚は 100 μm 程度で、磁化容易軸が厚さ方向に揃うという特徴があります。Co の丸棒に膜厚 100 μm の $SmCo_5$ 磁石膜を形成した磁石を作製し、外形がφ 1.5 × 14mm のマイクロモータを試作しました。1000rpm での安定駆動が確認されています。

5.　準安定相永久磁石創製のための低温合成プロセス

産業技術総合研究所　キム　ジョンリャン

準安定相の Sm-Fe 粉末を還元拡散法（RD）で作製するため、Ca-Li により Ca の低融点化をはかり、RD の温度を低くする低温合成法（LTRD）を開発した経緯を説明されました。LTRD により、400℃から 600℃での Sm-Fe 準安定相の合成に成功し、Sm-Fe

の組成 - 温度 - 相の状態図や、合成温度による Sm-Fe 相転移を研究することができたとのことです。

6. LaWTi を添加した $Sm_2Fe_{17}N_3$ 磁性粉末の開発

日亜化学工業　前原　永

ボンド磁石用の La, W, Ti を添加した $Sm_2Fe_{17}N_3$ 磁性粉末を開発した経緯を説明されました。分散処理でのメディアを変更して発生する微粉末をなくして酸素濃度を低くすることや、窒化処理において高温窒化を加えることにより内部まで窒化して、低酸素かつ高窒素濃度の LaWTi -$Sm_2Fe_{17}N_3$ 磁性粉末の開発に成功されました。この粉末による 12- ナイロンボンド磁石では 170 kJ/m^3 の磁気特性が得られました（従来品は 144 kJ/m^3 ）。また、PPS ボンド磁石では 140 kJ/m^3 の磁気特性が得られました（従来品は 94 kJ/m^3 ）。これらのボンド磁石は高温対応可能（100℃以上で使用可能）であり、150℃においても優れた磁気特性が得られています。

7. 窒素を含まない省レアアース Sm-Fe 系磁石材料の開発

○東芝　桜田　新哉

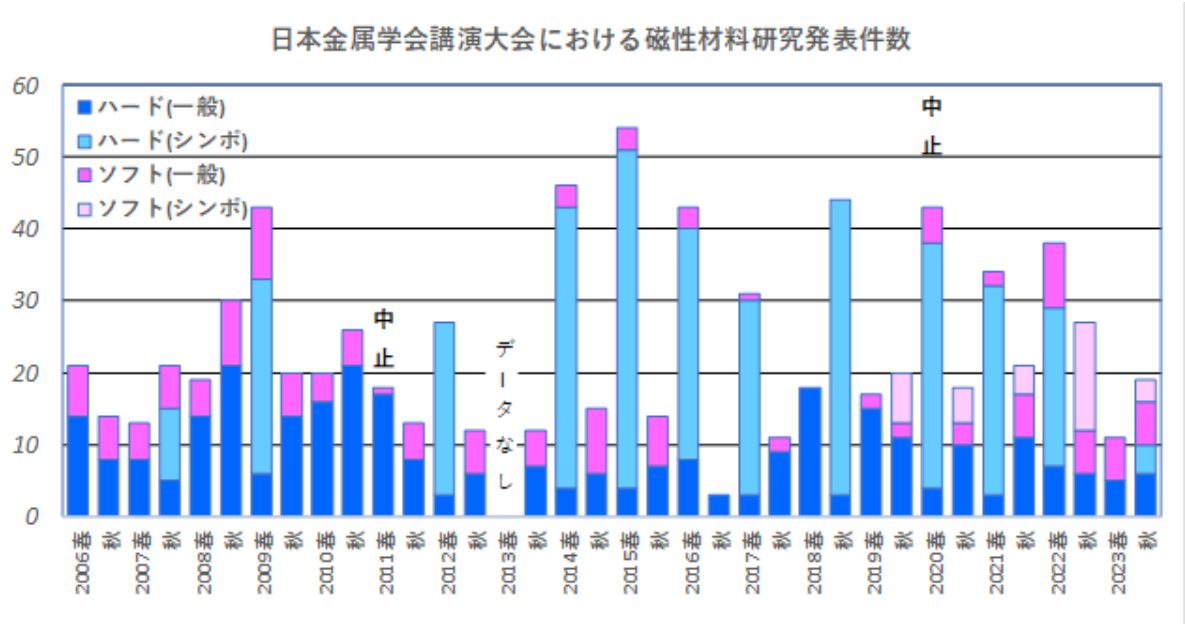
東北大学大学院　杉本　諭、松浦　昌志

高鉄濃度（省レアアース）の非平衡化合物は高性能永久磁石として有望であり、磁石材料として開発した経緯を説明されました。窒素を含まない Sm-Zr-Fe-Co-B 合金及び Sm-Fe-Co-Nb-B 合金は、液体急冷後の適切な熱処理により高保磁力が得られることを示しました。特に、後者の合金は 700 kA/m の高保磁力が得られ、この合金粉末による等方性ボンド磁石において 98 kJ/m^3 の磁気特性が得られました。これは従来のネオジムボンド磁石と同等であり、レアアースの使用量は 6.2 at% であり従来のネオジムボンド磁石のレアアース量 13 at% の半分です。

技術例会やシンポジウムでの講演内容や講師の方々の選定は非常に重要です。学会の講演会、いろいろな展示会、ニュースリリースなどに日頃から関心を持ち、注目するテーマをピックアップし、技術委員会で議論しています。

ニュースリリースについては各自がインターネットで検索するほか、事務局から月に 1 回程度配信される新聞記事のリリースが大いに役に立っています。また、学会の講演会としては、日本金属学会、粉体粉末冶金協会、電気学会、日本磁気学会などの講演大会があります。これらの学会でも 2020 年からはオンラインでの講演会となりましたが、本年春からは現地での対面の講演会に戻りました。そのため、すべての講演会を聴講することはできませんが、これらの講演会から、当協会として注目すべき講演あるいは講師の方々を選定しています。

参考として、従来から磁性材料の研究発表が活発である金属学会講演大会での講演件数の推移を図に示します（基調講演、招待講演、受賞講演を含みます）。金属学会ではシンポジウムが春期に開催されることが多く、その大会での講演数が非常に多くなっています。2013 年から 2022 年までは「永久磁石開発の元素戦略」と題して 9 回のシンポジウムが開催されました。その講演大会では毎回、30 件以上の講演がありました。シンポジウムでの講演が多いのは、2012 年度から 2021 年度までの 10 年間実施された 2 つの国家プロジェクトの成果があると思います。ESICMM（元素戦略磁性材料研究拠点）と MagHEM（高効率モーター用磁性材料技術研究組合）です。これらのプロジェクトには、物質・材料研究機構 (NIMS)、産業技術総合研究所 (AIST)、多くの大学、大型共同研究施設、産業界が参加し多くの成果が得られました。少し心配されたのは、プロジェクトの成果発表が一段落した 2022 年以降、磁性材料の講演が減るのではないかということでした。2023 年春期ではハード 5 件、ソフト 6 件に減りましたが、秋期はシンポジウムを含めてハード 10 件、ソフト 9 件と回復したようです。

金属学会以外にも、粉体粉末冶金協会ほかの講演大会が開催されますので、それらの中からテーマや講師の方々の選定をすることになります。また、本年は 5 月に仙台で INTERMAG 2023 が開催され、そこでは日本からも多くの講演やポスター発表が行われました。これらの研究発表も参考となるでしょう。

当協会の技術例会とシンポジウムでは、学会の一般講演の発表よりも講演時間を長く取っており、ある程度まとまったお話が聞けるというメリットがあります。技術委員だけではなく、会員の方々で、こういうテーマの話を聞きたいとか、この先生の話を聞きたいということがありましたら、是非、技術委員会へご連絡ください。