雑感：３６年間、磁性材料と関わってきて

JABM 理事
大同特殊鋼㈱
入山 恭彦

今年度より本協会の理事を務めさせていただくことになりました。

大学卒業後、化学会社に就職し、富士山の麓で 13 年過ごした後、名古屋の会社に転職し、以来 27 年間愛知で暮らしています。転職理由は磁石の研究開発を続けるためであり、結果として、会社生活のほとんどである 36 年の間、磁石と関わってきました。扱った磁石材料は、サマリウム鉄窒素系異方性および等方性ボンド磁石、ネオジム鉄ボロン系異方性および等方性ボンド磁石、ネオジム鉄ボロン系焼結磁石、ネオジム鉄ボロン系熱間加工磁石と希土類－鉄磁石のほとんどになります。また、長年の研究開発活動を通して国内外の大学の先生、ユーザー企業、サプライヤー企業、装置メーカーなど多くの方々とも知り合いになれました。

このような経験をベースに、微力ながら本協会活動に貢献できればと思っておりますので、何卒よろしくお願い申し上げます。

さて、私が磁石に関わり始めた 36 年前の希土類焼結磁石の年間国内生産量は 800 トン弱くらいでした（電子材料工業会統計資料）。その後は（不況等で時々の落ち込みはあるものの）増加を続けてきていて、2021 年のネオジム系焼結磁石の国内生産量は 13,000 トン台半ばと報告されています（レアメタル・ニュース、No.2978、2022 年 4 月 16 日発行）。一方、ボンド磁性材料協会の報告によると、36 年前の希土類ボンド磁石の生産量は年間 105 トン、そして 2021 年には 1,440 トン（312 億円）に増加しています。その内訳としては、等方性ネオジム系 620 トン、Sm-Fe-N 系 490 トン、異方性ネオジム系（HDDR）330 トンとされています。因みに、フェライト系ボンド磁石の値としては、フレキシブルフェライトボンド磁石 3,150 トン（23 億円）、リジッドフェライトボンド磁石 7,760 トン（123 億円）となっています。なお、日系企業は海外でもボンド磁石を製造しており、その生産額は、希土類系 504 億円、フレキシブルフェライト系 14 億円、リジッドフェライト系 86 億円とされています。希土類磁石で見れば、焼結磁石、ボンド磁石ともにこの 36 年間で一桁以上生産量が伸びています。現状、COVID-19、半導体不足やロシア問題などの不安要因はあるものの、長期的に見れば車の電動化やモーターを搭載した各種製品拡大の流れは間違いないため、今後も需要が拡大していくものと予想されます。ボンド磁石の需要は焼結磁石に比べれば少ないものの各種場面での重要性は今後も変わらないと思われるため、本協会の存在の重要性もより高まっていくのではないでしょうか。

磁石に関する研究開発面ではこの 10 数年での進展が顕著ですね。重希土類元素を大量に使用することのリスクが顕著化したのを契機として、国家プロジェクトを中心とする基礎研究に加え、企業での研究開発も活発化し、例えば、ネオジム磁石への重希土類元素添加量を削減できたと同時にその性能が大きく向上しました。保磁力に関する基礎的な知見も深まりました。大学・国研での磁石研究者の数が大幅に増え、日本の磁石研究のすそ野が広がったことも心強い限りです。私自身は MagHEM（高効率モーター用磁性材料技術研究組合）に組合員および共同実施先企業として参加したほか、ESICMM（元素戦略磁性材料研究拠点）にもアドバイザーとして関わってきました。いずれも昨年度で終了しましたが、10 年間の大型国家プロジェクトであり、全体的に大きな成果が得られたのではないかと思っています。一部の新材料については社会実装検討が進展しているようです。

今後の研究開発の方向性についてですが、まず、新規磁石材料の実用化について皆様はどう思われていますでしょうか？　希土類系では $Sm(FeCo)_{12}$ 系の素質（本来的磁気特性）が高いことが判明しました。非希土類系では、FeNi、$Fe_{16}N_2$、FeCo などが検討されています。ただ、既存材料対比の実用的優位性を持たせるには時間がかかりそうな感触を私はもっています。要するに、高性能磁石としてはネオジム系が今後長い間主流であり続けるであろうと予想します。ただし、資源事情や規制等々の磁石業界を取り巻く環境は変化していくと思われ、いろいろな状況を仮定した上での材料開発、製品開発が必要となってくるでしょう。Nd-Fe-B 磁石で言えば、資源リスクを抑えながら性能を究極に高めていくことや、部品としての性能を高めるための磁気的配向制御や形状制御、新成形方法などの工夫・技術開発が望まれていると認識します。また、資源リスク低減と脱炭素の観点から、磁石のリサイクル、特にこれまで実施されていなかった市中スクラップからの磁石回収とそのリサイクル技術の確立も今後のテーマではないでしょうか。回収した磁石を粉砕してボンド磁石として再生することも提案されていますね。磁石のことばかり述べましたが、軟磁性材料の重要性も当然のことです。磁石および軟磁性材料の両者の組み合わせによりモーターの高性能化・高効率化が実現されるので、軟磁性材料の開発動向も注目すべきことは言うまでもありません。これらの課題を効率的に解決していくには、材料メーカー、部品メーカー、最終製品メーカーの連携が重要となるでしょう。基礎研究における企業と大学との連携もその必要性がますます増していくことでしょう。それらの架け橋的役割を担う機能を有している本ボンド磁性材料協会の存在意義がますます大きくなってきているのではないでしょうか。本協会は、諸経験を深めたベテランのお陰で業界にとって有益な活動が行えてきたと思っています。私自身その一助となれるよう努力していきたいと存じます。

コロナ禍は、人との接触を極力避ける方向へ生活を一変させました。Web 環境が一気に整備され、社内だけでなく、国内外の人たちとの Web 会議が容易に行えるようになりました。1 ～ 2 時間程度の空き時間があればいいので、面直では難しかったスケジュール調整がスムーズになりました。その結果、客先との会議を頻繁に行うことができるようになりました。また、在宅勤務も推奨され、部署によってはほとんど出勤しないでも業務をこなすことができます。業務の効率化が世界規模で進んだとも言えるかもしれません。その一方で、昔の磁石業界の集まりについて以下のような思い出があります。電気学会下の委員会で磁石関連メーカーや大学の先生方が集まり、会議終了後、二次の会議として近くの飲み屋で懇親会を行うのが定例となっていました。ボス的存在の浜野さん（故人）に従い、本協会の井上さん、有泉さん、徳永さん、大森さん、福田さん、森本さん、飛世さんらが常連メンバーだったと記憶しています。昼の会議よりもむしろ二次会議を目的として参加する人も多かったのではないかと思われるほど二次会議での皆様の発言は積極的でした。また、磁気学会や金属学会などの学術講演会の際、有志で集まる研究者の夕食交流も頻繁に行われ、アルコールが入っていることもあり技術面での活発な意見交換ができたことも有意義だったと感じます。コロナ禍が明けた際には（本協会が一助となり）このような交流会が復活することを心より祈念しております。