

材料発ベンチャー

新アトマイズ技術の開発

株式会社東北マグネットインスティテュート 管理統括部；
部長 帆足卓起

1. はじめに

あるお客様からこのような質問をされたことがある。「この開発成果はベンチャーだから得られたと思うか？それとも大企業がやっても同じ成果が得られたと思うか？」同一の業務を異なる組織で併行に進めたことが無いので保証は出来ないが、後になって振り返ればベンチャーならではの点がある点があったので、ご紹介したい。

2. 株式会社東北マグネットインスティテュートの成り立ち

株式会社東北マグネットインスティテュートは、産業競争力強化法に基づく文部科学省の認定特定研究成果活用支援事業の一環で2015年11月に設立したジョイントベンチャーである。国立大学で生み出された技術シーズを社会に普及させることを目的とし、株式会社東北大学ベンチャーパートナーズほか民間5社の出資でスタートした。当社の技術シーズは、永年にわたり、東北大学が中心的に研究を牽引してきた非平衡材料の軟磁性金属材料分野における研究成果であるFe-Si-B-P-Cu系のナノ結晶合金の技術である。高飽和磁束密度であることを最大の特長とし⁽¹⁾、電磁鋼板よりも薄肉のため高周波特性に優れ、従来のアモルファス・ナノ結晶系材料よりも大きな電流を流すことが出来る。本材料の応用開発も、当社の設立以前からなされ、例えば板厚20～25 μm程度の薄帯形状試料を打ち抜き積層したり巻回することで、モーターやトランスへの活用検討が進められてきた。当社はその流れを引き継ぎ、既に顧客への薄帯のサンプル提供を一部開始している。一方で、圧粉コア用の軟磁性粉末市場も決して無視できない。特にアトマイズ粉末の市場は拡大の一途を辿っており、当社としてもNANOMET®のアトマイズ粉末を薄帯に続く主力製品と位置づけ、その開発を急いでいる。

3. 量産に向けた技術課題

本報で扱うナノ結晶材料は、アモルファスを母相とした急冷凝固組織を熱処理して得られる非常に微細な結晶粒と、粒界のアモルファス相からなる多相組織を有する材料を言う。様々な文献や化学組成により定義が異なるが、ここではその平均結晶粒子径を25 nm以下としておく。ナノ結晶材料はその保磁力が低いこともメリットのひとつである。ナノ結晶材料の保磁力はHerzerによるランダム磁気異方性モデルで解

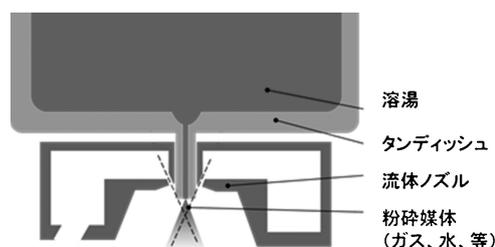


図1 一般的なアトマイズ法の模式図。

釈され、さらに誘導磁気異方性や粒間の磁気結合を考慮することでより正確に理解される⁽²⁾。ここで、低い保磁力を実現するためには適切な急冷凝固組織を作りこまなければならない。化学組成によって、均質なアモルファスであったり、あるいは主にCu原子からなる微細な結晶粒を含むヘテロアモルファス構造(初期微結晶とも言う)を形成させる必要がある。いずれにしても熔融金属をごく短時間で冷却凝固させることが前提である。しかしながら従来の多くのアトマイズ法ではその冷却速度が不十分のため本開発材料を製造することが極めて困難である。そのため、当社は急冷凝固に特化した独自のアトマイズ装置および製造プロセスを自社で開発することとした(図1)。

そもそも磁性粉末の研究は非常に困難を伴う。粉末は、その粒子径に一定の分布を持った粒子の集合体である。さらに、粒子の形状も真球では無く、例えば断面の長軸短軸比も決して狭くない分布を有している。磁性粒子の集合体の磁気特性(透磁率や保磁力)は、粒子径や粒子の形状に強く依存するため、データの取り扱いが難しい。薄帯と比べて表面積も数桁大きいので、表面酸化などの影響も受けやすい。また、あくまで粒子の集合体としての特性しかわからないため、材料の物性値を取得することが困難である。こうした事情から、その研究例は薄帯よりも圧倒的に少ない。ケイ素鋼や銅粉等のアトマイズ技術について、多くの偉大な研究がなされてきたのは言うまでもないが、ナノ結晶材料に特化したアトマイズ技術の報告例は未だわずかであった。そこで、当社の開発リソースを新しいアトマイズ技術開発に充てることにした。

4. 新アトマイズ技術の開発

国立研究開発法人科学技術振興機構の研究成果最適展開支援プログラムの委託を受けて開発を進めている。材料の製造プロセス開発は、装置の価格が高い、装置が大型化しやすい、電力等のインフラも相当量使用する、実験回数が制限され統計解析できるほどのロット数を稼ぐのが難しい、といったいくつかの問題がある。そのため、当プログラムを実施できているのは本当に助けとなった。応用開発まで行う場合、どうしてもキログラムスケールで溶解できる装置が必要である。当社は、幸運にも廃棄直前の中古のアトマイズ装置を手で、これに改造を加えることで当社の要求するスペックに上げることができた。このめぐり合いも大きかった。さて、装置が手に入ったところで、肝心なのは開発の中身であ

るが、湧いてくるのはありきたりのアイデアで、なかなか決定打に至らなかった。しかしここで大学発ベンチャーのメリットを発揮できた。当社は東北大学のキャンパス内に本社を置いているので、東北大学に在籍されている世界有数の研究者の方々にすぐにお会いすることが出来た。特に当社はアトマイズ分野で後発企業であることから、正面から従来技術と戦っては不味と考え、関連性のある異分野の技術を積極的に取り入れる作戦をとった。その中で急冷凝固にかかるヒントを得、当社独自のアトマイズ技術につなげることが出来た。多くの先生方にアドバイスを頂けたことに、この場をお借りして厚くお礼を申し上げたい。

図2は当社のアトマイズ技術“HPWA/YK法”で作製した粉末のSEM像とXRDプロファイルである(図3)。目下、改善過程にあるものの、表面がやや平滑で球形に近い粒子を得た。またXRDプロファイルからもわかるように、ほぼアモルファス単相を得ることが出来た。得られた粉末を熱処理してナノ結晶化させた結果、飽和磁束密度は1.70 Tを得た⁽¹⁾。従来のアモルファス材料(例えば1.30 T)よりも格段に進歩したと言える。今後はHPWA/YK法の改善を急ぐとともに、コア評価を進めていち早く市場に投入できるよう、開発を進めていく。

5. ベンチャーだからできること

一般的に言えば、材料の分野はベンチャーにとっていささか不利である。比較的大型の装置や経験のある技術者が必要だからである。にも関わらず会社を設立できたのは、東北大学における大きなシーズと、文科省およびベンチャーキャピ

タルをはじめとした株主のおかげであった。振り返れば、はじめから装置を持っていないことがプラスに働いた面もあった。ナノ結晶材料のアトマイズ開発ゼロベースで取り組めたのもベンチャーのメリットだったと思う。HPWA/YK法の開発チームメンバーの経歴も様々で、化学・表面分析や、構造材料、溶鋼プロセス、ナノクラスタ、コイル開発など、材料の量産立ち上げ経験がある者はひとりだけである。むしろ“畑”にこだわることなく何にでも取り組み、表面分析屋が機械部品の製作図を読み込んだり、構造材料屋が磁気特性を測定して化学組成を設計したり、コイル開発屋が防塵マスクをつけて粉体を取り扱ったりと、一人ひとりの頭の中で材料と機械と製造方法が結び付けられてきている。垣根を取り払うことで、物事の理解が深まり業務の動き出しが早くなる。とりあえず何でも自分でやってみることで、自らの限界を知り、早めに外部に頼ることが出来る。当社に来る前と後では名刺の減りが3倍以上早くなったと思う。それだけ多くの方のお世話になっている。ゼロベースで、垣根を越えて、スピード感を持って取り組めることが、ベンチャーならではの思われる。こうした動きで、材料のベンチャーは難しいという既成概念を払拭していきたいと考える。

「人数をかけたらもっと早く出来る」「専門の部隊を集めればもっと良いモノが出来た」「もっと分析装置があれば」「大企業であれば応用開発がもっと早く進んだ」と考える時もある。それもおそらく正解である。しかし東北大学と協力して支援プログラムの委託を受けることが出来たか、軽いフットワークで情報を集め異分野からのアプローチで新しいアトマイズ法にたどり着けたか、何にでもチャレンジする風土を醸成できたか、と言えば、それはベンチャーであることが大いに有利に働いたと考える。そのため、冒頭の質問に対しては未だ道半ばとの前提で、「ベンチャーだから出来ました」とお答えしておく。

文 献

- (1) K. Yoshida, T. Takahashi and H. Kuwata: AIP Advance, **9** (2019), 035218.
- (2) 鈴木清策：日本応用磁気学会誌, **26**(2002), 165-171.

(連絡先：〒981-1224 名取市増田字北谷11)
(2019年4月3日受理)[doi:10.2320/materia.58.336]

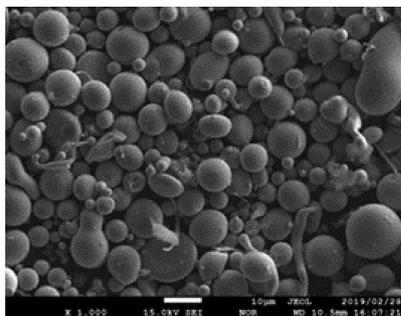


図2 HPWA/YK法で作製した粉末のSEM像。

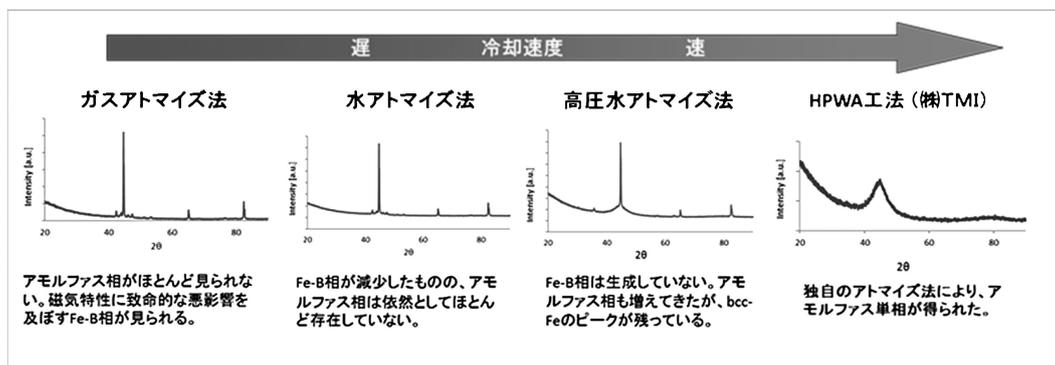


図3 各種アトマイズ法で作製した粉末のXRDプロファイル(アトマイズまま)。