

随 想

鉄鋼の研究について考えること

坂 倉 昭*

鉄鋼業と新材料

最近では新材料・新素材ばかりである。我々もご多聞にもれない。鉄鋼業自身の徹底的な合理化と未来産業を支える基礎材料という二つの課題を考えると当然のことではあつても、これで利益をあげるとなるとたいへんである。他産業の既存分野に、新規事業として手を染めるのも一つの企業戦略ではあるが、研究者としてはやはりオリジナルを持つて事業化をしたいものである。

高純度の鉄は電解したままでも冷延が可能で箔となり決して錆びない¹⁾。普通の低炭素鋼も結晶粒度が $2\mu\text{m}$ 位になると抗張力が 70 kgf/mm^2 のハイテンとなり、靱性も向上する²⁾。結晶方向性や粒度の極限を追究した珪素鋼板では、高周波トランスでの鉄心損失が現状の半分以下になるなど、鉄はまだまだ興味深い現象がたくさんある。これが複合材料になると更に面白い。冶金屋は冶金屋。金属の極限を追求して新しい機能を見出し、これをベースに触手を伸ばしながら有機・無機の分野と手を結び、その境界に新しい複合材料の活路を見出したいと考えている。

最近、2回ほどヨーロッパで企業の人達と話す機会を得た。LD 転炉で名をはせた VA 社の人達の不況にめげぬ開発へのファイト、S 社の超一流のミル技術、P 社の高融点金属箔製造技術など、自らの技術を大切に積みあげようとする 18 世紀以来の伝統が脈うち、ギブ & テイクの思想と日本のマスプロに対する強い警戒心が感じられた。自らの技術をもつこと、そして相手のオリジナリティーを尊重すること、これ以外に将来の発展はないと思われる。

徹底した実験研究

“俺もついに青春を棒にふつちやつたな”。昭和 30 年代、米国からの技術導入一辺倒の時代。寄生虫といわれながら、夜も昼も、本当に研究室の床をはいまわつて実験をし精魂つき果てたのが 35 年頃だつた。昭和 28 年に八幡製鉄所に入り、22 年間同じテーマで同じボス・田口悟氏の下で研究をした。ボスのボスは天長節（現在の天皇誕生日）式典後にモーニングを着て磁気測定をされたという茅先生だつたから、特に実験研究の重要性を教えられた。しかし高い目標をもつて努力していると思われぬ恩恵に浴するものである。我々の目標は理論値に近い結晶方向性を持つ珪素鋼板であり、“19000”というベットネーム（現在のオリエントコア・ハイビー）をつけていた。さもないとアームコを凌駕できない。第一のブレ

ークスルーは熱延板の高温焼鈍・急冷処理。とにかく焼いて水の中に放りこんでみよう…。一週間の後処理を終えてサンプルの二次再結晶粒を眺めた時、とにかくこれは異常が起こつたな、と思つた。案の定、今まで聞いたこともないような値がでた。測定機器をチェックしても間違いない。万才。40 年の夏に見出されたこの異常は鋼に含まれている AlN が焼入れでうまく制御された結果であつた。既に 27 年にボスが微量の Al を入れる基本工程を発明されていた。当時、日本製のフェロシリコンは不純物が多く米国製に比べ劣つていたがこれが幸いした。米国製を使うと途端に悪くなる。なぜだろう。不純物の Al が逆に主役となる AlN を作つていたからだ。この二つの確かな事実から一つの基本思想ができた。みんなの顔は喜びに満ち溢れた。しかし、ことはそう簡単には運ばなかつた。結晶粒が大きすぎて鉄損値が悪い、Al が入つていて絶縁被膜ができない、熱延の条件が不明、冷延は割れてできない…。猛烈な実験が始まつた。当時、研究室の横に大きな試料倉庫があり、ここに成分・熱延条件を変えたほぼ 6000 種類の熱延板が保管され、42 年におおよそその工程条件が確立した時には約 48000 個の磁気測定試料が処理された。グラフは点が線となりやがて帯となつた。自他共に認める非科学的手法である。しかし、何十回とくり返した実験は人を裏切らない。こうした研究から新しいアイデアも生まれてくる。絶縁被膜の研究は焼鈍の際の焼付き防止に使用するマグネシアに B, Mn, Ti などの酸化物を添加することを基本に進められたが、この方針は絶縁被膜だけでなく、結晶粒の微細化（鉄損値の向上）、方向性の向上に画期的な成果をもたらした。これが第二のブレークスルーとなつた。特に B はタイトな初期被膜を作つて仕上焼鈍時における N の吸収を防ぎ、AlN のサイズ制御をしてくれた。更に、このセラミック絶縁被膜は鋼板冷却時に熱膨張差による弾性張力効果を与え、磁区制御をするという離れ技まで演じた。

こうした現象を人知で予言できるだろうか。理論的な説明はあとからいくらでもやれるが、新しい現象は実験をしなければ決して得られるものではない。

アイデアを生みだすもの

組織的な研究・開発のもつ意味は重要である。つまりアイデア（要素技術）の創出、ひな型化とこれに続く組織的な研究・開発すなわち工業化・事業化努力である。しかし、この要素技術を見出してゆくのは一人一人の技術屋の独創力である。独創は個人のもので会議からは生まれない。独創と組織力は別のいい方をすれば専門家と正しいマネジメントであると思う。

鉄の現象は複雑だ。電磁気分野を例にとると、交流回路や電磁気感應現象のようにすつきり計算できるものも、電動機や変圧器の様に鉄心材料が入つてくるとあやしくなってくる。建物・橋梁は構造物自体としては厳密

* 日新製鋼(株)新材料研究所 所長 工博

な設計ができて、材料のために安全率をかけざるを得ない。まして微量な不純物がどう製品の特性を左右するかなどわかりつこない。まだまだ現象の体系化・論理的整理の不十分な分野といえよう。しかし役に立つ“もの”を創り出すことはいくらでもできる。それは人間の頭のコンピューター（右脳）を使うことだ。これが体験的研究である。アイデアを生みだすもの—それは高い目標（明確なニーズ）、体験的研究（基礎的フォロー）、成果の評価（個人の尊重）と思う。ライフワークともいべき大目標を頭にしっかりとインプットしておくこと、これに自らの体験すなわち実験に基づく現象がインプットされ続けると、ある緊迫感に満ちた特殊な環境のもとですばらしいアウトプットをする。体験とは五官で感ずる衝撃的なものでないといけない。これを求めて実験し考え続けるといわれる“勘”が働く。勘というと非科学的に聞こえるが、これは体験したものだけに授けられる科学的結論であり、他人の話、説明、文献から得られるものとは違った発見である。数学の小平博士は小学生の電卓使用を亡国教育とし、“鉛筆を握つてくり返し、くり返し計算することにより数学の本質に触れることができる”といわれている。

研究の成果は商品となつてはじめて成果となる。“研究報告書作成完了”では 50% であろう。私は昭和 39 年から 10 年間製造現場で開発に携わつたが、この時得られた貴重な経験は、ラボの現象がそのまま製造現場に当てはまらないということ、つまり研究報告書は一つの思想確立に過ぎないということであつた。ハイビーの開発で、現場の四重リバースミルではラボの結果が再現するのに、マスプロに適したタンデムではどうしても実現できないという事態に直面した。徹底的なラボ実験から、前者では交互巻取りの際、200°C 以上数分間の低温時効のくり返しを受け二次再結晶粒発生の主役たる AIN のサイズに影響することがわかり第三のブレイクスルーとなつた。同じ冷延で起こる極端な現象の差。その衝撃は強烈であつた。研究者によるオフライン研究—オンライン開発一貫性の重要さを痛感したものである。

偉大な先駆者・経営者

日本における珪素鋼板の研究は、八幡製鉄所が(当時)北大の茅教授に依頼したことに端を発している。田口氏は昭和 18 年から教授のもとで基礎的な技術を磨かれた。私が入社した時、戸畑圧延課の片隅に直径 2m 位の小さな仕上焼鈍炉と長さ数mの連続焼鈍炉があり、これが 30 t/M の主要設備であつた。これらは日本で始めての水素ガスを使つた工業炉で、これによつて微量 Al 添加法による揺籃期の珪素鋼板がテスト生産されていた。冷延もたいへんだつた。最初出鋼したものは冷延でせんべいのように割れていかに福田(当時)³⁾ 掛長が頑張つても問題にならず、湯川(当時)⁴⁾ 技術部長に報告し“福田さんが頑張つても駄目でした”というところから

なら仕方がない”との名答が返つてきたそうである。研究室も物置同然であつたが先輩達の気合いは鋭いものがあつた。昭和 33 年に湯川(当時)技師長の断でアームコの技術を導入することになつたが、技術屋としての無念の思いが我々を闘争の場に駆りたてたのである。我々は厭でも高い目標をかかげざるを得なかつた。

昭和 43 年、ハイビーの現場製品特性に驚いたアームコは、アームコ技術のグラントバック[†]事項という主張をとおし、八幡はノウハウを含む技術の無料公開をしてしまつた。長年蓄積した研究成果であり、オリジナリティーに基づく新協定の妥当性を研究室全員の意見として稲山(当時)社長に進言した。日を経ずして湯川(当時)副社長に呼び出された時、私はどうなることかと思つたが、“研究者の皆さんに申し訳ないことをしました。今からすぐアームコと交渉を始めます。技術のポイントを話して下さい”といわれた。病のため、お顔の色がさえないが、終始姿勢をくずされなかつた印象が今も脳裡を離れない。この時始めて経営幹部の偉さを知り、元気づけられ、その後の精力的な研究につながつた。

ハイビーは昭和 27 年に始まり、43 年に工業生産を始めて以来約 20 年、世界 7 か国に技術輸出されるまでになつたが、その間電力損失の低減に果たした役割は大きいと思われる。研究には多くの研究者の創造がありまたその開発・生産・販売にも多くの関係者の努力があつた。しかし、花芽らしいものになるまでには研究者の異常な執念が必要である。出る杭は打たれる。しかし新しいことをやる時は当然のことであり、立派な杭になつて打つと手がしびれるようになるまで頑張らねばならない。ハイビーの開発で学んだことは多いが、最も大切なのはアイデアがどうしたら生まれるかということであつた。高い目標と体験的研究。人間の力は本当に弱いものであり、研究者の自然現象に対する謙虚な、しかも執念の努力の過程で大自然から恵まれるものであることを確信した。また研究者のやる気は、まず研究者のニーズにたち向う気迫、新境地をさまよう緊迫感、どん底における忍耐力であり、そしてこれを高めるのは成果の評価、つまり研究者の心への投資である。良いものは伸びる。技術は真実を見つめる以外にない。そして、真実は実験によつて見出される、そういつた感を深くした。

私は今、日新製鋼で再び新しい材料の模索を続けたいと思つている。

参 考

- 1) 東北大学 金属材料研究所 木村宏研究室資料
- 2) Y. MATSUMURA and H. YADA: TMS-AIME Annual Meeting (1986 年 3 月 2 日～6 日)
- 3) 福田宣雄氏(元新日本製鉄(株)専務)
- 4) 湯川正夫氏(元新日本製鉄(株)副社長)

[†] A 社が Y 社に一つの総合技術を有償で供与した場合、Y 社がその総合技術の範囲内もしくは延長線で研究・開発による一つの新技术を生み出した時は、Y 社は当該新技术を、無償で A 社に還元する取決めを「グラントバック」という。