



鑄鉄研究における協創

Co-Creation in Cast Iron Research

昨今は研究開発の分野にもAIやIoT、或いは国際化、ビッグサイエンスなどの用語が飛び交うようになってきた。研究開発も個人の能力に依存する時代から、多くの専門分野の研究者の英知を集め、総力を挙げて問題を解決するという手法がとられる時代になっている。しかし、評論家のように一般論を述べても面白くないので、ここでは筆者の経験から鑄造分野の国際共同研究の失敗事例から生まれた結果を紹介して、巻頭言に代えさせていただくことにする。

この起りかは、2012年にEU側から鑄造分野でのレアアース削減に関する共同研究が木村鑄造所に提案されたことに始まった。EU側はアズテラン（スペインの鑄物研究所）が中心で、ケンプトン大学、ジョージフィッシャー、エルケムで構成されていた。日本側は木村鑄造所が中心で、日本側の責任者を筆者が担当し、共同研究を日立金属と他2社が加わり計4社で行うことをEU側に提案した。しかし紆余曲折の結果、この共同研究は実現には至らなかった。研究成果のノウハウの取り扱い方で合意ができなかったのであり、国際共同研究立ち上げの難しさを痛感させられた次第である。

その後2014年にEU側から再びこの共同研究の提案がなされ、スペインのビルバオでの国際鑄物会議の会場で、アズテランと木村鑄造所の間で打合せが持たれた。勿論のこと、筆者もそこに同席し

た。しかしこの時は日本側の研究費が認められず、この提案も実現には至らなかった。

このような経緯を踏まえて、このままでこの共同研究の火だねを消してしまうのは残念である、との意見が日本側の打ち合わせの席で出された。そこで日本側の4社により、2014年11月から『球状黒鉛鑄鉄の黒鉛粒数の増加』に関する研究会を発足させることが決まった。この共同研究会では、各社が積極的にデータを出すこと、一定の成果が出るまでは外部に公表しないことなどを取り決めた。そして、年に4～5回のペースで研究会を開催し、合計で18回の研究会を行った。そして2017年の年末には所定の成果を出すに至った。

これらの成果の一部は、2018年5月に日本鑄造工学会の春の大会にオーガナイズでセッションを組んで講演し、さらには特集号¹⁾に取りまとめた。そして、本誌の山根氏の「Zr含有接種剤による球状黒鉛鑄鉄の黒鉛粒数増加とオーステナイト相のデンドライト微細化」として報告されている。

鑄鉄が専門でない方々のために、少し詳細に球状黒鉛鑄鉄と、その黒鉛粒数の必要性に関して記述しておく。球状黒鉛鑄鉄とは、鑄鉄の黒鉛を球状にする技術で、1948年にイギリスでCe添加法が、そして1949年にはアメリカでMg添加法が相次いで報告された、全く新しい鑄鉄である²⁾。これにより、従来の片状黒鉛鑄鉄に比べて強度が3倍にも

なり、その強さが鋼に近づいた、画期的な鑄造材料である。

如何にこの発明成果が素晴らしかったかを示す資料に、飯高一郎監修の報告書が2冊^{3), 4)} がある。この研究は1950年に、文部省球状黒鉛鑄鐵研究班篇によって始められたことが飯高の序文に記されている。これらの研究は欧米での公表に遅れること僅か1年で開始されており、しかも、わが国を代表する鑄鐵の研究者39人が5年近くかかわっていたのである。まさに、国を挙げての大鑄鐵研究プロジェクトであったといえる。第二次世界大戦後の混乱した時代に、この様な大きなプロジェクトを立ち上げなければならなかったほど、球状黒鉛鑄鐵の発明は偉大であった。ちなみに、現在では鑄鐵鑄物生産量の40%を球状黒鉛鑄鐵が占めるようになっている。

如何にして黒鉛を球状化させるかの時代は終わり、現在の最大の研究課題は黒鉛粒数の増大に移っている。黒鉛粒数を増加させると、鑄造性が良くなることが知られているためである。しかし、その特効薬は見出されていない。この様な状況のもと、Zr添加による球状黒鉛粒数の著しい増加が共同研究で認められた。しかしながら、何故にZr添加が黒鉛粒数の増加に効果があるのかは不明であった。その原因として多数核生成したオーステナイトデンドライト（鈴木の云うデンドライトのmultiplication等軸晶⁵⁾）の二次枝間に球状黒鉛が晶出するという提案を筆者が行い⁶⁾、山根氏らがそれを実証・解明⁷⁾したのである。

これまでの核生成理論は結晶整合性によるものが主流で、デンドライトの二次枝間が核生成に寄与するとの報告を筆者は見たことがない。しかも、球状黒鉛の核生成に結晶整合性を持ち込むのは無理がある（これでは球に成長できない）と筆者は感じていた。そこで、デンドライト二次枝間への炭素の偏析による増加が、黒鉛の核生成に寄与しているのではないかと考えた次第である。一種の

核生成サイト説である。この筆者の推論が正しかったことを山根氏ら⁷⁾ が証明してくれた。

言葉で言うのは易しいが、鑄鐵の凝固はオーステナイトデンドライトで始まり、フェライトへの相変態があり、室温ではオーステナイトデンドライトの凝固組織は観察できない。そこで、試料を凝固途中から水冷・焼入れすることで、凝固時のデンドライトを残留オーステナイトとして室温にもたらし、これを電子線後方散乱回折（EBSD）により直接観察したのが山根氏らの研究⁷⁾ である。本誌にはこれらの成果を取りまとめた山根氏論文が掲載されている。このような事例から、鑄造分野に於いても、研究開発の協創が進むことを期待してやまない。

参考文献

- 1) 球状黒鉛鑄鐵における黒鉛粒数増加の新しいメカニズム, 鑄造工学特集号 91 (2019) 189
- 2) 鄭 想勲, 中江秀雄: 鑄造工学79 (2007) 605, 球状黒鉛鑄鐵の発明から今日まで
- 3) 飯高一郎監修: 球状黒鉛鑄鐵の研究, 文部省球状黒鉛鑄鐵研究班篇, 日刊工業新聞社, (1952)
- 4) 飯高一郎監修: 球状黒鉛鑄鐵の研究 (第二集), 文部省球状黒鉛鑄鐵研究班篇, 日刊工業新聞社, (1954)
- 5) 鈴木 章: 鉄と鋼 56 (1970) 1942, 鑄塊の組織
- 6) 中江秀雄, 五十嵐芳夫: 鑄造工学 91 (2019) 190
- 7) 山根英也, 川畑将秀, 趙 柏榮, 五十嵐芳夫, 中江秀雄: 鑄造工学 91 (2019) 208