



鋳物研究を振り返って

The tireless pursuit of casting innovations

九州大学名誉教授

大城 桂作

Keisaku Ohgi, Professor Emeritus, Kyushu University

2015年6月16～20日にデュッセルドルフで開催されたGIFA (13th Internationale Giesserei Fachmesse mit Technical Forum)に参加した。GIFAを中心に関連4団体の共催で4年ごとに開かれるエキジビションで、今回は120か国から延べ78,000人が参加した。

展示企業は2,200社に上り、鋳造品、その生産設備・ソフトや原材料、溶接・熱処理・表面処理などの後工程も含め、鋳造全般に渡る最新の技術を表示して、来訪者への説明に当たっていた。GIFAではWFO (World Foundry Organization)のTechnical Forumや理事会が開かれることから、4回続けて参加してきた。初めて参加したときはその規模の大きさにやや圧倒され、1980年頃、ウィスコンシン大学に滞在中、C/V鋳鉄について共同研究したGMから派遣の若い技術者がGIFAについて熱く語っていたことが蘇ってきた。10th GIFAでは日本からの参加者が多いと感じたが、11thからは中国からの出展・参加が目立ってきた。今回はヨーロッパ鋳造界のパワーを改めて感じさせられた。

大学では鋳造・溶接等を教育・研究内容とする「製造冶金学講座」を担当し、主に鋳造材料の組織制御に関する研究を行ってきた。融液から成長する結晶は大きく、その組織が材質を左右することから、凝

固の理解と制御が必須であり、1964年に出版されたBruce Chalmersによる「Principles of Solidification」や1968年出版の「Proceedings of the conference on 'The Solidification of Metals」, 1984年に出版のW. Kurz & D. J. Fisherによる「Fundamentals of Solidification」などを理論的な拠り所とした。とくにChalmersの著書は、従来の金相学的な研究手法に解析的な要素を加えるきっかけを与えてくれたものとして忘れがたい書である。研究目的に応じた溶解・凝固炉を作製し、Al合金を用いてデンドライト成長における組織形成とミクロ・マクロ偏析を凝固条件、溶質元素の物性、溶湯流動などとの関係で調査した。鋳造複合材料の基礎研究として行ったセラミックス・ファイバー間の凝固や固液混合体のミクロ構造・粘性などでも興味深い成果を得た。いずれの実験も理論の検証という側面があり、これらの研究を通して凝固現象をより深く理解できるようになったが、関連の多くの文献から欧米の高い基盤的科学技术力を実感した。

製造冶金学講座は古くから鋳鉄の研究を行ってきたが、先任教授はとくに耐磨耗白鋳鉄を主要研究テーマとしており、私も学生時代から退任するまで白鋳鉄の研究に携わることになった。研究テーマの選定にはいろんな動機があるが、近くに日立金

属若松工場と八幡製鐵所という圧延ロール鑄造品の世界的メーカーの存在がある。若いころは戦前のGiessereiに掲載されたFe-C-M (M:Cr等の第三元素)三元状態図を基に、また、後にはThermoCalcも援用し、各種の炭化物形成元素を体系的に添加した多元合金鑄鉄の凝固・熱処理及び特性の研究を行った。ファセット成長する炭化物は、ノンファセットのデンドライトのような解析は困難であったが、できるだけ凝固理論をベースに研究を進めた。ファセット成長へのこだわりは、後の超伝導酸化物YBCOや太陽電池用多結晶シリコンの融液からの結晶成長の解析に繋がったように感じるが、炭化物成長の研究へ立ち返るには至らなかった。

最近、地場の鑄造会社における各種鑄鉄品の開発研究に関わっている。ユーザーから仕様が提示される場合にも、強度・じん性バランスから製品肉厚も絡んで狭い範囲での成分調整や冷却条件の制御が必要になるし、新製品開発では、合理的な設計に基づいて製品形状、各部位の組織・特性を定めたことを説明する必要がある。鑄造では、複雑な外形・内部構造を有する部材の製造が可能であり、鑄造シミュレーションと現場熟練技術に基づく鑄造方案による形状最適化と欠陥制御、非破壊および破壊検査による検証、諸特性に及ぼす欠陥の影響の把握、それら

の結果の鑄造方案への反映により、信頼性ある鑄物をより低コストで製造する努力がなされている。永く溶接管理技術者認証に携わってきたが、溶接はISO9000で代表的な「特殊工程」と位置付けられ、技術者教育では、まず工程管理とトレーサビリティの重要性を説いている。鑄造は後処理も含めて工程数が多く、特殊工程としての対応が必須であり、品質に影響する要因を把握して、的確な工程管理を通して品質を保証するシステムを継続的に高めていく必要がある。

鑄物の研究では黒鉛球状化のような画期的発見を得るのはなかなか難しいが、産学官のそれぞれの立場での地道な研究の積み重ねや3Dプリンター造形、ロボットなど他分野で発展した技術の導入によって着実に鑄物技術の向上が図られている。このような絶え間ない技術向上が、次の世代に向けて鑄物を発展させてくれることを期待している。