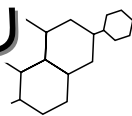




第1回

研究室だより



## 材料組織学に基づく 合金開発

梶原正憲

Masanori Kajihara

東京工業大学

大学院総合理工学研究科 材料物理学専攻

本学・大学院総合理工学研究科・材料物理学専攻の基幹大講座に属する筆者の研究室は、合金材料を対象とした材料組織学の分野における教育および研究を担当している。過去数年間における本研究室の所属学生は、本学・工学部・金属工学科の出身者ばかりでなく、東京農工大学、電気通信大学、東京都立大学、千葉大学、茨城大学、九州工業大学、立命館大学、芝浦工業大学等の材料系学科、化学系学科、機械系学科および電気系学科の卒業生やインドネシア国営鉄鋼会社に籍をおく留学生である。母校や母国の名誉を担い各自の専門知識を駆使して材料研究に勤しむ学生達の姿は、大変頼もしく感じられ、科学技術の将来に明るい希望を抱かせてくれる。

ところで、合金材料の物理的性質や機械的性質は、化学組成が等しくても材料組織を調整することにより大きく変化させることができる。材料組織を変える一般的な方法は、高温における加熱処理である。このような高温加熱処理においては、材料組織の変化は拡散律速型反応によって進行する。このため、材料組織を制御し目的とする性質を備えた新材料を開発するためには、材料中で進行する拡散律速型反応に対する理解が極めて重要である。そこで本研究室では、材料組織制御の基本原理解である拡散律速型反応に注目し、二元系合金や三元系合金に対する材料組織学的な基礎研究を行っている。

拡散誘起再結晶 (Diffusion Induced Recrystallisation, 略して DIR) や拡散誘起粒界移動 (Diffusion Induced Grain Boundary Migration, 略して DIGM) は、溶質成分の粒界拡散に律速された典型的な拡散型組織変化反応である<sup>1)</sup>。このような DIR や DIGM による組織変化挙動の一般的な特徴に対する理解を深めるために、Fe-Cu 系、Ni-Cu 系、Cu-Zn 系等をモデル合金系として選定し実験的な観察や速度論的な解析を行ってきた。その結果、体積拡散と粒界拡散が関与する拡散律速型反応による組織変化を理解するための指針を導いている。この指針によると、体積拡散が事実上凍結されると期待できる加熱温度条件であっても、DIR や DIGM による組織変化が速い速度で進行するために、複相組織を有する鉄鋼材料の巨視的な性質が著しく変化する場合があること

が示唆される。そのような高速組織変化の進行する場合には、加工熱処理条件の設定に細心の注意を払う必要がある。

構造用材料の主役は鉄鋼材料であるが、電子産業を支える重鎮は Cu 基導電性合金である。電子機器の配線用材料に使用される Cu 基導電性合金は、耐蝕性を高めるために Au メッキ処理が施されている。このような Au メッキ導電性合金が大気雰囲気中で Sn 基ハンダ合金と機械接触すると、通電時に発生するジュール熱により加熱され、機械接触部の電気特性や機械強度が経年劣化する。本研究室では、同機械接触部における経年劣化の機構を明らかにするために、電気系企業と共同で固相拡散対法を用いた材料組織学的な研究を行っている。その結果、大気雰囲気中における機械接触部であっても、ジュール熱による加熱処理中に Au-Sn 二元系の金属間化合物相が生成するために、電気抵抗が上昇し延性の乏しくなることを明らかにしている。このような成果に基づき、耐経年劣化特性に優れた新しい導電性合金の開発を現在推進している。

0.1~0.2 mass % の Cr および Zr を含む Cu-Cr-Zr 系合金は、純 Cu の 80~90 % の導電率と Cu-Ni-Si 系合金に迫る機械強度を兼ね備えた高強度・高導電性合金として、LSI のリードフレーム用材料等に利用されている。このような Cu-Cr-Zr 系合金の優れた機械強度は、Cu 母相中に微細に分散した Cr 相や Cu<sub>9</sub>Zr<sub>2</sub> 相による析出強化や分散強化に起因している。本研究室では、Cu-Cr-Zr 系合金の強化機構を理解するための基礎的知見の蓄積を目的として、材料組織学的な観察実験を非鉄系企業と共同で行っている。その結果、Cu<sub>9</sub>Zr<sub>2</sub> が最も自然に Cu 母相中に現れる際の結晶方位関係等を明らかにしている。

大学の研究室では、学生は講義や就職活動の合間を縫って研究を進めることになる。このため、民間企業の開発研究に比べると、研究の進行速度は遅くなる。それにも拘らず、共同研究企業の担当者の方々には辛抱強くお付き合いいただいている。関係者各位の忍耐と寛容さに、深く感謝するしだいである。本研究室からはすでに4名の博士修了生が巣立っており、材料学の教育や研究に従事している。また、修士修了生の殆どは、鉄鋼系、非鉄系、機械系、電気系、情報系等の製造業に就職している。本研究室では、浅学非才な筆者による机上の空論を押し付けるのではなく、実験に直接手を下している学生の自主性と独自の発想を尊重している。自主性と独自性の重要性を認識した卒業生が、それぞれの分野において各自の持味を発揮することにより、我が国の科学技術の発展に多少なりとも貢献できることを期待している。

### 参考文献

- 1) 鉄鋼便覧 第4版, 日本鉄鋼協会, (2002)  
(2002年11月22日受付)