

マテリアル工学実験（応用編）

－材料工学の基礎－

山室賢輝，津志田雅之，志田賢二，坂本武司

生産構造技術系

1 はじめに

マテリアル工学科では3年前期にマテリアル工学実験（応用編）を実施している。この実験では（1）材料光学の知識をもとに、実験原理、実験の目的および実験手順を理解する。（2）班のメンバーと協力して実験を遂行する。（3）実験結果を客観的に捉え、講義等で得た知識をもとに自分なりの考察を加えて、期限内にレポートにまとめる。以上の3点を大きな目標としている。当実験科目では5テーマを技術部職員が担当した。

2 内容

2.1 実験科目の構成

本実験科目は以下の内容で構成されている。

表 1. 実験科目と担当者一覧

番 号	科 目	実験担当者
講義 1	材料科学実験における安全について	3年担任（横井）
演習 1	MD シミュレーション	安藤
演習 2	結晶回折演習(III) 透過電子顕微鏡観察と電子線回折	松田（光）
演習 3	技術英語 パワーアップコース	3年担任（横井）
実験 1	鋼の熱処理（II）	松田（光）
実験 2	磁性材料の磁化過程	横井
実験 3	固-液不均一反応の反応速度	志田
実験 4	アワ模型による結晶構造の観察	北原
実験 5	回復・再結晶	森園
実験 6	吸光光度法による過マンガン酸カリウムの定量	津志田
実験 7	低温モデル実験による一方向凝固の観察	小塚
実験 8	アモルファス合金の作製と機械的性質	山崎
実験 9	鋼の引張試験	坂本
実験 10	金属組織のスケッチ（光学顕微鏡）	山室
実験 11	SEM による金属組織の観察	山室
実験 12	Al-Cu 合金の時効	森園

※網掛けは技術職員担当分

2.2 実験内容

実験Ⅱ－3 固－液不均一反応の反応速度（担当：志田賢二）

材料製造プロセスにおける製錬反応では鉱石の還元反応といった異相間での反応（不均一反応）が主体である。この不均一反応においては反応物質や反応生成物の移動などの律速過程が複数考えられる。

本テーマでは代表的な不均一反応である電極反応をモデルに物質移動律速の挙動を理解することを目的とした。 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ － $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 間の電子授受反応を利用し溶液中に電極を設置し電圧を加えて電流を測定した。この時に陰極の回転数を変化させ流動の影響を調べ、（１）反応物質の反応サイトへの移動（拡散）、（２）反応サイトにおける化学反応（平衡反応）、（３）反応生成物の反応サイトからの移動（拡散）といった反応の素過程について考え、講義（移動速度論）で学習した項目を再認識した。

実験Ⅱ－6 吸光光度法による過マンガン酸カリウムの定量（担当：津志田雅之）

本実験では、微量分析法である吸光光度法を用いて実際に溶液調製を行った過マンガン酸カリウム溶液の透過度と吸光度を測定し、その測定値と濃度の関係（検量線）を描く。溶液の希釈操作による誤差や機器の測定誤差（読み取り誤差）などの系統誤差を求め、本実験で得られた結果の妥当性を検討する。以上のことを通じて、化学分析法の基礎となる分析器具の取扱いおよび分析操作法を指導した。

実験Ⅱ－9 鋼の引張試験（担当：坂本武司）

本テーマでは鋼の結晶粒径と引張り強さの関係を確認することを目的としている。7～9名のグループに対して、4種の異なる熱処理を施した鋼引張り試験片の金属組織観察から結晶粒径を測定した後、引張り試験により引張り強さを測定した。結晶粒径と引張り強さの関係を求め、現象がホール・ペッチの関係式（Hall-Petch relation）によることを確認した。実験準備の段階で、粒径を制御するための熱処理を窒素雰囲気中で行うことで、安定した粒径を持つ試験片を製作することが出来た。組織観察と引張り試験は、金属材料を学ぶ上で非常に重要な項目であり、本実験はその両方が関係した実験である。

実験Ⅱ－10 金属組織のスケッチ（担当：山室賢輝）

金属材料は、元素の種類や熱処理の違い等によりその性質が異なるが、本実験では光学顕微鏡による観察の傍ら、スケッチを行い、組織と性質の関連性を考察することを目的としている。観察したサンプルは、鉄鋼材料15ヶ、非鉄材料5ヶで、実施前にあらかじめ担当とTAで試料調整したものを準備し、当日は光学顕微鏡の操作説明とスケッチを中心に実施した。レポートは、それぞれのサンプルに対して状態図の記入、材料・組織の説明、機械的性質、用途等を纏めて提出する。一連の流れから分かる通り、自身の学習により金属材料への理解度を深めることが重要なポイントとなる実験科目である。

実験Ⅱ－11 SEMによる金属組織の観察（担当：山室賢輝）

本実験も上記と同様に組織観察を行い、組織学的な考察力を養う科目であるが、観察・分析に走査型電子顕微鏡（以下SEM）を用いる。SEMは、光学顕微鏡より高い分解能や組成情報を得ることができるため、実験の最初にその原理と構成、観察・分析方法の解説を行った。その後、未知試料を実際に観察しながら結果をまとめ、最終的に観察した試料の同定をレポートに纏めて提出に至る。観察力も問われる内容だが、同時にSEMの構造や分析精度を確認することも評価の重要な指針となる。

3 まとめ

本実験科目は4年次の卒業研究への基礎となる科目である。実験操作自体はそれほど難しいものではないが、学生自身が原理原則を自ら考え、結果について納得のできる考察ができるよう実験、片付け後に「まとめ」として質問、疑問、感想など発言をする時間を設けた。一方で、電気炉で金属を溶融させる操作や有害な薬品を使用する実験であることから安全に実験を行なう事については注意喚起を十分に行なった。

参考文献

[1] マテリアル工学科実験実習科目検討WG編「マテリアル工学実験テキスト（基礎編・応用編）」