

材料科学スキルアッププロジェクト ―組成分析トレーニング―

マテリアル工学科 森園靖浩 技術部 神澤龍一

1. はじめに

マテリアル工学科のカリキュラムでは、実験・実習科目が1年次後期から3年次後期にかけて継続的に組み込まれている。この中の2年次後期と3年次前期に開講される「マテリアル工学実験(基礎編)・(応用編)」がその中核を成すもので、①技術者・研究者としての基本事項、②マテリアル工学に関する基礎事項、③新素材の基礎、を身につけることを目指し、以下に示すような実験項目が用意されている。

[マテリアル工学実験(基礎編)]

2年次後期 / 水曜日3・4限目

1. マテリアル工学実験における安全について
2. 工具の名称と使用法
3. 図書館およびインターネット利用による情報検索
4. グラフ作成演習
5. 数値解析演習
6. 結晶回折演習Ⅰ
7. 結晶回折演習Ⅱ
8. エンジンの分解・組立
9. 分光化学分析法による極微量元素の定量
10. 熱分析と状態図
11. 陽極分極曲線の作成
12. 鋼の熱処理Ⅰ ●
13. 金属・半導体の電気伝導特性と光吸収特性

[マテリアル工学実験(応用編)]

3年次前期 / 木・金曜日3・4限目

1. マテリアル工学実験における安全について
2. MDシミュレーション
3. 結晶回折演習Ⅲ
4. 鋼の熱処理Ⅱ ●
5. 磁性材料の磁化過程
6. 固・液不均一反応の反応速度
7. アワ模型による結晶構造の観察 ●
8. 回復・再結晶 ●
9. 吸光光度法による過マンガン酸カリウムの定量
10. 低温モデル実験による一方向凝固の観察
11. アモルファス合金の作製と機械的性質
12. 鋼の引張試験 ●

13. 金属組織のスケッチ ●

ところで、微細な結晶の集合体である金属やセラミックスでは、製造工程や組成によって結晶の種類・形状・分布状態が変化するため、材料表面を平滑に研磨してから軽く腐食すると、これらを反映した様々な模様が現れる。この模様は「材料組織」と呼ばれ、機械的性質と密接に関係する。したがって、マテリアル工学分野では、この材料組織を顕微鏡を用いて観察する作業が最も重要視されている。上記のマテリアル工学実験で取り扱う26項目のうち、●を付したものが材料組織に関連したものである。その項目数は学年進行とともに増加し、卒業研究ではほとんどの学生が何らかの機会に接することになる。

材料組織は、多くの場合、材料そのものに含まれる元素の分布状態を反映したものとなる。すなわち、材料組織の観察と組成分析は一つのまとまりとして捉えるべきものであり、これらと機械的性質の相関を明らかにしていくことが、新しい材料の開発へと繋がっていく。しかしながら、組成分析において正しい結果を得るためには多くの知識を必要とし、特に装置自体がブラックボックス化している現在、早くから測定原理などの知識を身につけ、操作に習熟させることが不可欠である。

平成18・19年度は、ものづくり創造融合工学教育事業を通じて「材料科学スキルアッププロジェクト―マテリアル・アート体験―」にご支援をいただき、材料組織を観察するための各種顕微鏡の整備に取り組むことができた。この結果、「マテリアル工学実験(応用編)」において走査型電子顕微鏡(SEM)を使用することが可能となり、材料組織に対する理解を深めることに大いに役立っている。この状況を踏まえ、本プロジェクトでは、このSEMに取り付けられた組成分析装置をアップグレードし、実験等に利用しやすい環境を整えることを目的とする。具体的には、SEMとともに学生実験で使用する機会を設け、組成分析技術の習得に向けた早期教育に努める。さらに、今回の整備によって分析精度が高まり、工学部技術部生産構造技術系が担当する“各学科からの依頼分析”にも対応

できるようにする。

2. 実施概要

(1) エネルギー分散型 X 線分析 (EDX) 装置

本装置は、平成 11 年 3 月に SEM (JSM-5600) と一緒に設置された。図 1 に示すように SEM 本体に取り付けられており、隣接したパソコン (図 2) を通して操作する。設置から約 10 年が経過し、分解能の低下が著しかったため、本支援事業ならびに学科経費により点検・改修ならびにソフトウェアの更新を行った。現時点での分解能は、導入初期の状態に戻っている。

(2) 反射電子検出器

SEM 観察では試料に入射した電子によって生じる 2 次電子を、EDX 分析では特性 X 線をそれぞれ利用することになるが、入射電子が試料外に後方散乱されることで生じる反射電子も有益な情報をもたらすことが知られている。すなわち、試料内における組成の分布を示す像 (組成像) や試料表面の凹凸を強調した像 (凹凸像) が容易に得られる。このような反射電子の検出器を新たに取り付け (図 1)、組成分析に対する環境を充実させた。

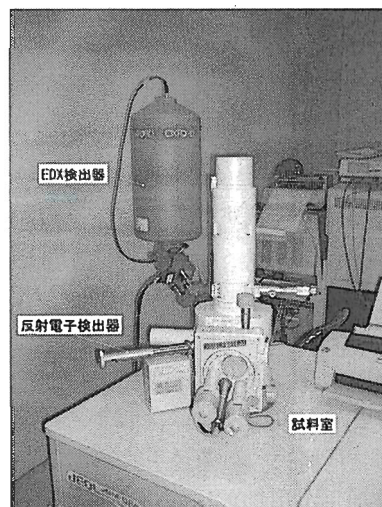


図 1 EDX 検出器と反射電子検出器

3. まとめ

今回、組成分析を中心に環境整備を行ったことで、図 3 に示すような体制が整った。その中心には技術部生産構造技術系が位置し、①装置の維持・管理、②マテリアル工学科学生への説明・指導、③工学部内における依頼分析への対応、の 3 つを担当する。特に②については、平成 21 年度の「マテリアル工学実験 (応用編)」より“SEM による金属組織の観察”という実験項目を新設し、組成分析も含めた教育を実施することになっている。

一方、問題点としては、①装置の分析精度をどのように維持していくか、②技術部生産構造技術系への負担を如何に緩和するか、③トラブル等に対する費用負担の取り決め、が挙げられる。これらについては、“実験・実習環境のさらなる充実”というマテリアル工学科と技術部の共通認識の下で今後も検討していく。

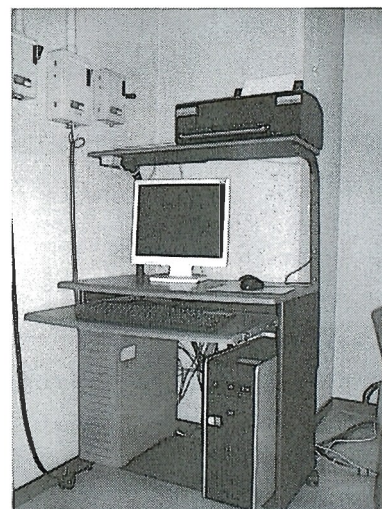


図 2 ソフトウェア更新後の EDX 操作部

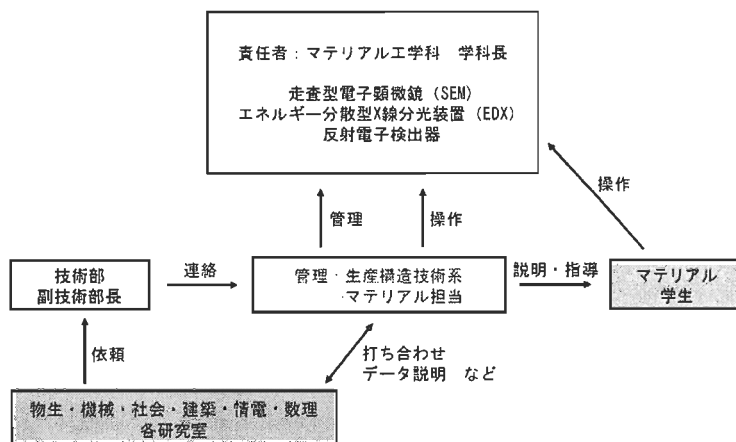


図 3 マテリアル工学科・技術部の取り組み