

## 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～

マテリアル工学科 森園靖浩

### 1. はじめに

マテリアル工学科のカリキュラムにおける特徴の一つは、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とである。この中の2年次後期と3年次前期に実施される「材料科学実験第1・第2」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、の修得を目指し、以下に示すような実験項目を準備している。

#### [材料科学実験第1]

2年次後期 / 水曜日 3・4限目

1. 材料科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. エンジンの分解・組立
8. 分光化学分析法による金属材料中の極微量元素の定量
9. 金属の熱分析と状態図
10. 陽極分極曲線の作成・電気化学的不働態化の観察
11. 鋼の熱処理 I ●
12. 金属・半導体の電気伝導特性

#### [材料科学実験第2]

3年次前期 / 木・金曜日 3・4限目

1. 材料科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 II
4. 結晶回折演習 III
5. 鋼の熱処理 II ●
6. 磁性材料の磁化過程
7. 固・液不均一反応の反応速度
8. アワ模型による結晶構造の観察 ●
9. 回復・再結晶 ●
10. 吸光光度法による過マンガン酸カリウムの定量
11. 低温モデル実験による一方向凝固の観察
12. アモルファス合金の作製と機械的性質

13. 鋼の引張試験 ●
14. 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、平滑に研磨してから軽く腐食すると様々な模様が現れる。このような模様のことを「材料組織」と呼び、素材の性質に大きな影響を及ぼすことが知られている。このため、顕微鏡を用いて材料を構成する微結晶の状態、すなわち材料組織を観察することが、マテリアル工学において最も重要視されていることである。

上記の材料科学実験で行われる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。より詳細にみれば全実験項目の4割以上としても過言ではなく、その項目数は年次進行とともに増加し、卒業研究ではほとんどの学生が取り扱うことになる。したがって、マテリアル工学教育にとって顕微鏡設備の拡充は優先事項となっている。特に走査型電子顕微鏡

(SEM)については、材料組織を重視した実験項目が多数準備されているにもかかわらず、使用状況の問題が絡み、ほとんど利用できない状況であった。しかし、半導体やバイオなどの様々な産業分野でSEMの重要性が増していることは周知の事実であり、その操作法修得のために早期にSEMを取り入れた実験・実習を行うことは人材育成の観点からも極めて有効である。

そこで本課題では、素材がもつ美しく、おもしろい組織の世界を“マテリアル・アート”と称して、その観察用設備の充実を図り、マテリアル工学教育に効果的に反映させることを目標とした。具体的には、「光学顕微鏡による観察像のデジタル化」や「SEM改良による操作性向上」などに取り組み、学年縦断的のものづくり教育に活用できる実験・実習環境を整えることを目指した。

### 2. 実施概要

#### (1) 光学顕微鏡

光学顕微鏡は材料組織観察の基本となる装置で、実験・実習用として約10台が用意されている。しかし、

その中には古くなり、良好な観察像を得ることができないものも含まれている。学生実験では接眼レンズをのぞきながら手書きで材料組織をスケッチさせており、教職員と学生が交互にのぞき込みながら説明を行うため、その特徴を正確に伝えることが非常に大変であった。今回、新規の光学顕微鏡1台とともに、顕微鏡用画像記録装置一式も購入し、図1のようにディスプレイを通じて学生に直接説明できるようになった。また、講義での利用を考慮し、液晶プロジェクタからの直接投影もできるように設備を整えた。

## (2) SEM

学生実験に十分に対応できるよう、2台の既存のSEMを整備した。

### a. JSM-5600のシステム更新

大学院生および学部4年生がほぼ毎日利用しており、また工学部技術部生産構造系を通して他学科の観察・分析にも用いられている。近年、パソコンのフリーズ、ビデオボードの不調などトラブルが多発し、その原因の一つとしてWindows95対応であることが指摘されていた。そこで、システムをメーカー推奨のもの（Windows XP対応）に更新して操作性の改善を図った（図2）。

### b. JSM-6100のデジタル画像化

画像撮影部が銀塩フィルムを用いる旧式ものであったため、使用頻度が極めて低かった。そこで、技術部生産構造系スタッフがSEM画像をデジタルデータとして取り扱えるよう、画像撮影部の改良を試みた。改良後のSEM本体の写真が図3である。デジタル1眼レフカメラで撮影したデータをパソコンで画像処理して良質なSEM像を得ることができる。

## (3) その他

上記(1)、(2)の機器を使って得られた材料組織写真を3年次後期に開講される「材料創造実習」のポスター発表等で活用できるよう、プリンタを導入した。

## 3. まとめ

材料組織の観察は“木を見て森を見ず”という諺になぞらえると、“森も見て木も見る”ことが極めて重要である。すなわち、マクロレベルからミクロレベルに段階的に視野を絞り込むことで、より確実で有益な情報を得ることができる。今回「授業内容・教育カリキュラム拡充プロジェクト」のご支援を頂いたことで、ナノレベルにも対応した透過型電子顕微鏡を扱う「ものづくりのためのものしらべプロジェクト」（代表：西

田 稔教授）と合わせて、素材がもつ組織・構造を $10^{-3}$ ~ $10^{-9}$ mオーダーで調査可能で、かつ学生実験等に活用しやすい環境が整ったことになる。

今回整備された機器は、2007年度の「材料科学実験第2」で実際に使用されはじめ、教職員・学生の双方から好評を頂いている。今後は、既存の光学顕微鏡も含めた顕微鏡設備の管理・維持をメインに、実験・実習環境をさらに充実させていきたい。

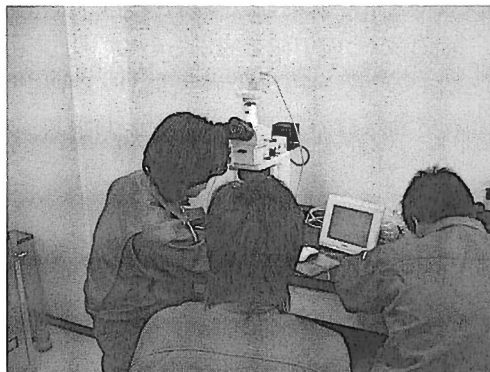


図1 新規に購入した光学顕微鏡と画像記録装置（2年次後期「材料科学実験第1」での様子）

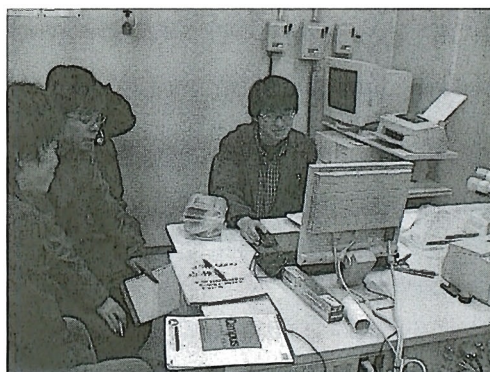


図2 システム更新後のJSM-5600（3年次後期「材料創造実習」での様子）

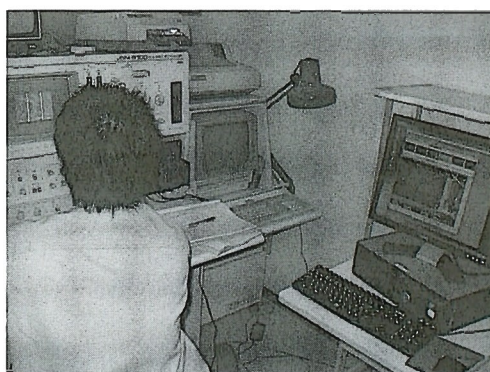


図3 画像撮影部が改良されたJSM-6100