

Title	走査型電子顕微鏡の管理について
Author(s)	能登屋, 治
Citation	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学技術サービス部業務報告集 : 平成23年度: 59-62
Issue Date	2012-08
Type	Others
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/10805">http://hdl.handle.net/10119/10805</a>
Rights	
Description	

# 走査型電子顕微鏡の管理について

能登屋 治

ナノマテリアルテクノロジーセンター

## 現有装置と管理状況

現在、ナノマテリアルテクノロジーセンター（旧新素材センター）には、走査型電子顕微鏡（以降 SEM）が4台設置してある。S-4100が1台、S-4500が2台、S-5200が1台（何れも日立製）有り、このうち小職が管理する SEM は S-4100 と S-4500 の各1台である。本報告は、この2台について記述する。

## 装置仕様

走査型電子顕微鏡・SEM（日立 S-4100, S-4500）

加速電圧：0.5～30 kV (常用 20kV)

電子銃：冷陰極電界放出形

分解能(S-4100)：1.5 nm (30kV, WD=5mm)

分解能(S-4500)：1.5 nm (15kV, WD=4mm)

4.0 nm (1kV, WD=3mm)

倍率(S-4100)：20—300,000 倍

倍率(S-4500)：50—500,000 倍 (Zoom モード)

20—1,500 倍 (Low mag モード)

試料ステージ可動範囲：25mm 四方

試料ステージ傾斜：45°

## 付属装置

導電性処理用イオンスパッタ装置（日立 E-1010、E-1030）

エネルギー分散型 X 線分析装置（EDS, 堀場製作所 EMAX-5770）

## 装置履歴

S-4100 は 1993 年 10 月に導入、S-4500 は 1994 年 4 月に導入した。S-4100 は 2000 年から、S-4500 は 2007 年 4 月から小職が管理を引き継いだ。当初は CRT モニタに画像を表示し、ポラロイドフィルムまたはサーマルフィルムに画像を保存していたが、2008 年に画像表示および保存用のコンピューターを導入した。

# 装置利用状況

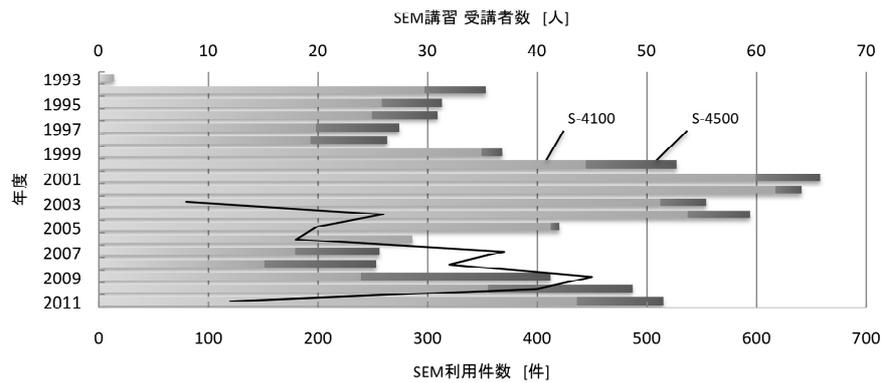


図1. 年度別利用件数(棒グラフ)と SEM 講習受講者数(折れ線グラフ)

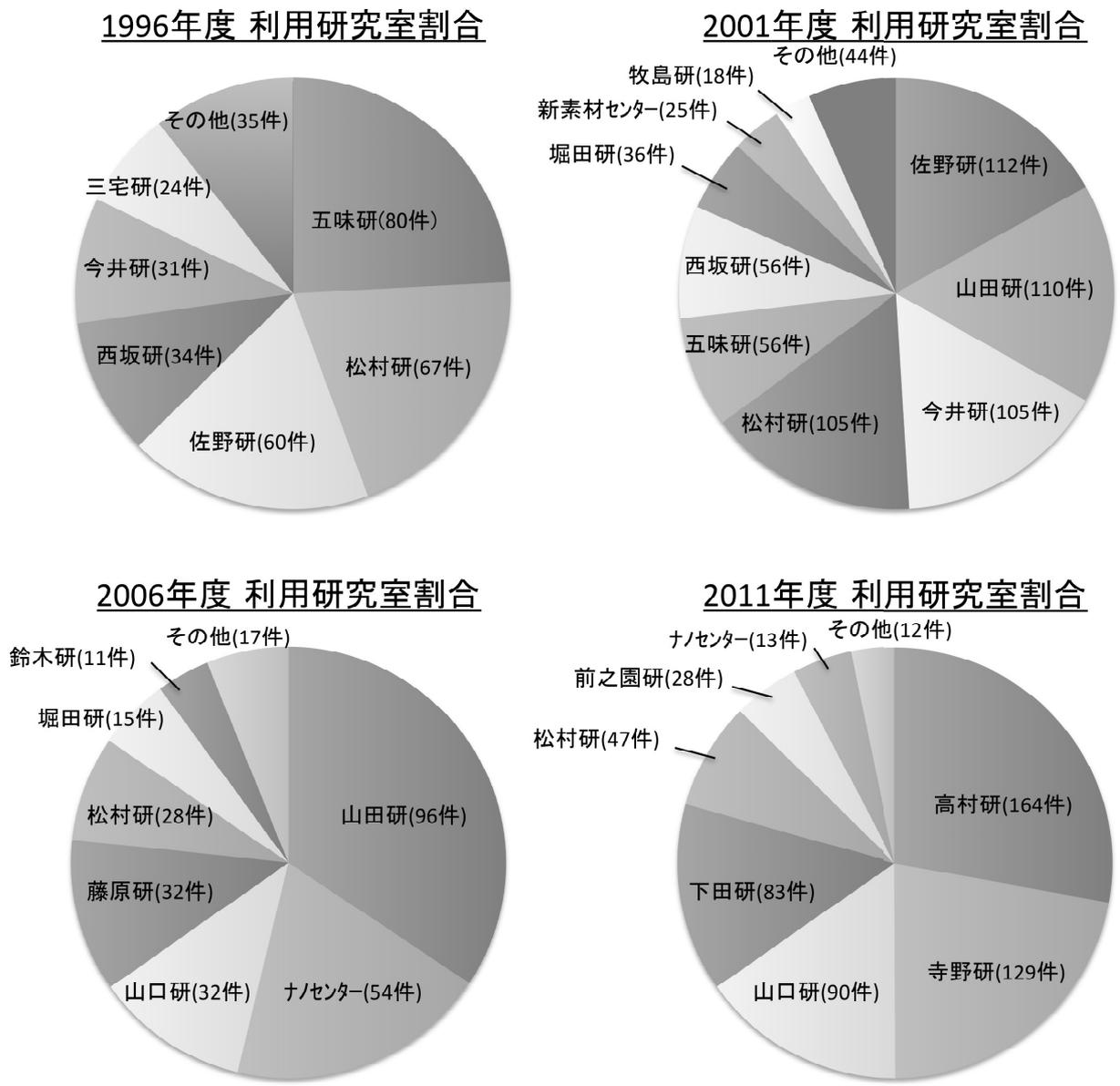


図2. 1996年度～2011年度 研究室別利用件数割合

図1に年度別利用件数、図2に研究室別利用件数割合を記す。年度別で見た場合、1993年度を除き最小253件、最大658件の利用がある。しかし図2から、利用研究室の内訳を見ると利用状況は流動的である事が分かる。この原因は、教員の転任・退職あるいは研究テーマの変化などが考えられる。S-4500の利用がS-4100に比べ少ないのは、理由が2点ある。一つは、設置してある部屋のアクセスし易さの違いであり、もう一つは操作の行い易さ、即ち試料ステージと stigma 調整の行い易さの違いである。

## 装置使用講習

SEMの講習は2003年度から行っており現在に至る。以下は現在の方式について記述する。

SEMの訓練課程は、大きく二段階に分けて行っている。最初の初等講習により使用免許を得た使用者自身が、SEMの操作・訓練を自主的に行う。この初等訓練課程を修了した後に、高等訓練課程の講習を受ける。目安として週一回程度のSEM使用を半年～一年続ける事で、初等訓練課程を修了する。修了の可否は管理者が判断する。これは半年～一年経過しさえすれば修了と見なされる事を意味しない。研究目的・観察対象試料によっては、この初等訓練課程の内容で目的を達成できる。

初等講習にあたり、予習と復習を課している。予習は一般論にあたる専門書や資料を読み、自身の研究テーマに如何に適用するか検討する。その上で具体論にあたる実際の操作について講習を行う。また操作手順を記したレジюме等は配布せず、受講者自身にノートをとらせている。これは講習の聴講により、受講者の認識がノートに記録される。しかる後の復習にあたる実際の操作において、受講者の認識であるノートの記述と実際の操作を照合し、受講者の認識とノートを修正するためである。レジюме等を用いると受講者本人の認識は生じず、機械的・盲従的にレジюмеをなぞる傾向が生じるため、それを防ぐ意味がある。

初等講習は、原理-機構-現象・結果の関係に基づき、"SEMの原理"→"SEMの構造"→"SEMの操作"の順に講習を行う。"SEMの原理"では、電子線の走査、エッジ効果、照明効果、原子の質量差による効果を説明する。"SEMの構造"では、断面図を用い電子銃、試料、二次電子検出器、磁気レンズ、絞りの位置関係を説明した後、SEMの実機を指差ししながら装置構成と各部名称を説明する。"SEMの操作"では、装置確認→フラッシング→試料交換→観察→試料交換→終了の手順に従い操作方法を説明する。途中、短時間の操作実習を行い、最後に運用上の規則説明を行う。

### 初等訓練の目的

- ・光軸調整の重要性に関して実体験を通じて理解し、それを踏まえた調整を行う事ができる
  - フォーカス調整
  - stigma 調整
  
- ・画質を決める要素に関して実体験を通じて理解し、それを踏まえた画像を撮る事ができる
  - コントラスト・ブライトネス
  - 走査速度
  - 画像積算
  - SN比
  - 試料傾斜

高等訓練課程は初等訓練課程で行ったフォーカス調整と stigma 調整を完全に行える事を管理者が確認した上で行う。

## 高等訓練の目的

- ・光軸調整の重要性に関して実体験を通じて理解し、それを踏まえた調整を行う事ができる
  - ビームアライメント
  - 絞り調整
  - stigma 調整
- ・画質を決める要素に関して実体験を通じて理解し、それを踏まえた画像を撮る事ができる
  - 加速電圧
  - コンデンサーレンズ
  - 対物絞り

## 考察

SEMは、操作する本人が本人自身の目で見て状況を判断し、調整を行う装置である。即ち、本人の認識・感覚に因るところが大きい。この個人的な認識・感覚は、一般化・規格化する事が難しいため、経験の積み重ねが必要となる。初等講習の時点では、受講者の経験・経歴・背景は十人十色であるため、マニュアルによる規格化は不適當である。初等講習が修了した段階では、認識や技能・経験が一定の段階に規格化されるため、その段階からの技能習得は、規格化・一般化された専門書、或いは個別の資料・技術報告・実験結果等から抽出された一般論から得る事が可能となる。

例えば SEM のフォーカス合わせの感覚は、SEMに限らず光学カメラや光学顕微鏡のピント合わせ、ひいてはチューニングの感覚と一般化される。しかしオートフォーカスやオートチューニングがある事を「当たり前」とした場合、これらの感覚が経験を通じて養われるかは疑問がある。つまりフォーカス合わせやチューニングを知識として知っていても、その経験や感覚が無い場合、SEMの使用にあたりその感覚の訓練をゼロから始める事になる。結果、SEMが使える様になるまで、より多くの時間と機会を要する事となる。問題は、その経験を積むための時間を能力を得る対価として本人あるいは周囲が支払い得るか、である。