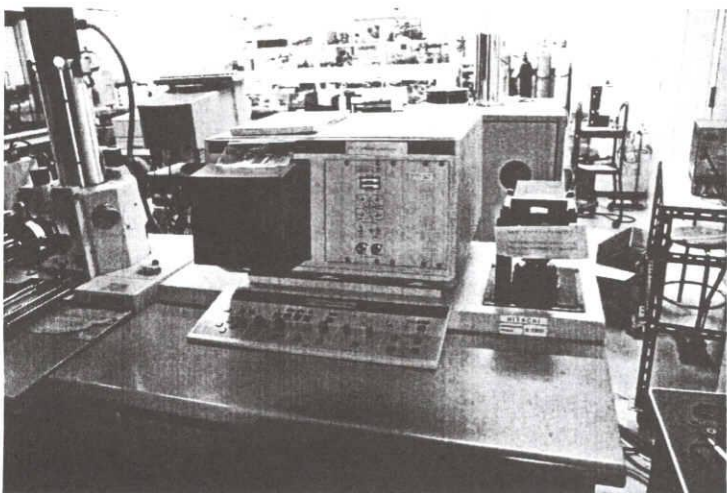


## 走査型電子顕微鏡撮影装置へのデジタルカメラの導入について

三重大学工学部技術部 市川貴之、龍田雅夫、上野素裕、中川浩希

(はじめに)

現在、電池材料の粒子等の表面観察に走査型電子顕微鏡 (SEM) を使用している。以前は撮影にブローニーサイズの銀塩フィルムを使用していたが、さまざまな学生が使用することもあって最近ではもっぱらポラロイドフィルムを使用してきた。具体的には、ポラロイドフィルムで撮影してスキャナーで取り込んでデジタル化して文書等に貼り付ける撮影方法をしてきた。

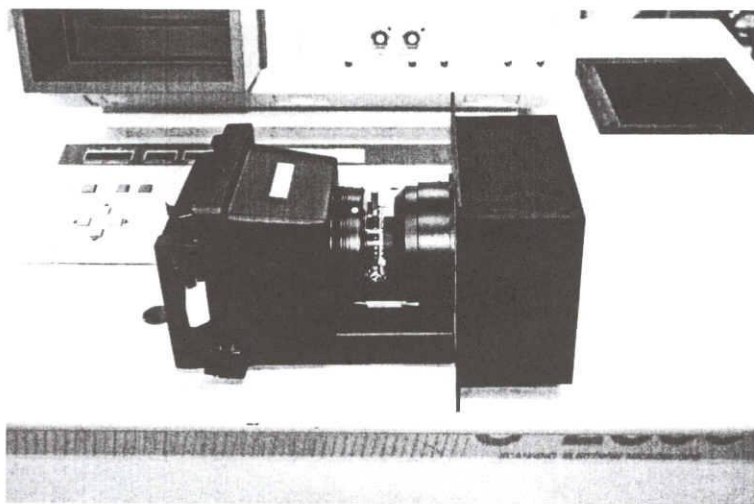


写真一 走査型電子顕微鏡

そのため、ポラロイドフィルムの費用と画像の取り扱い面での改善を必要としていた。これらを改善する為、電子顕微鏡メーカーが販売している画像取り込み装置を購入しようとしたが、値段が2百万円位するので購入をあきらめて自作することとした。具体的には、既存のデジタル一眼レフカメラを従来のポラロイドカメラの位置に固定し、蛍光板上に走査線として写った画像を直接撮影する方法を考えた。撮影装置を作成した結果、アナログ情報を鮮明なデジタル化した電顕画像として取り込むことができたので報告する。

(本装置作成の目的)

SEMを購入した当初のSEM像の撮影は、白黒の銀塩写真 (ブローニーサイズ) に撮影し、そのフィルムの現像から印画紙への焼き付けまで研究室の暗室でおこなっていた。この方法は、ある程度の熟練が必要であり、毎年新しく配属されるSEMを使う学生にその都度現像方法等を習得させる必要があった。又取得してもフィルムを現像してみないと撮影が成功したのか失敗したのかがわからない等非常に不便な状態であった。撮影状態を見届けなければ、試料を処分することもできないので、SEMの電源を入れた状態で現像することも珍しくなかった。このような状態を少しでも改善する



写真二 ポラロイド撮影装置

為に、数年前から銀塩フィルムをやめてポラロイドフィルムを撮影に使ってきた。ポラロイドフィルムの規格はT667 ISO3000/36で1箱10枚入り、20箱入りで購入価格が24,885円であるので1枚約124円に相当する。この費用は、銀塩のフィルムと比べて安いわけではないが、撮影がうまくいったかをその場で確認できるので銀塩フィルムより撮影効率は格段に良い。ただ、ポラロイドの保存性は銀塩フィルムより悪いので、スキャナーで取り込んでデジタル化し

てファイルとして保存することになる。写真の複製も銀塩フィルムだと印画紙に焼き付ければ、解像度の良い写真が何枚でも造れるが、スキャナーで取り込んでコピーした物の印刷は画像があまり綺麗ではない。本装置作成の目的は、経済性も良くかつ、画像データがより効果的に使用できることを目的とした画像撮影装置を制作することである。

### (装置作成に使用した部品と費用)

この装置作成に使用した部品と費用を以下に示す。

1, Canon Digital 1 眼レフの EOS Kiss	
EF 17~40 mmF4L USM レンズ付き	219,450円
ACアダプターキット ACK-E2	9,000円
リモートスイッチ RS-60E3	2,500円
カードリーダー/ライター	2,000円
あと Compact Flashは128MG以上は有った方がよい。	3,980円
2, Kenko LEE レンズフード 一般タイプ	15,800円
アダプターリング 77mm	3,000円
3, Velbon マクロスライダー (微動装置)	10,500円
	合計約266,230円

### (本撮影装置制作に使った主な備品)

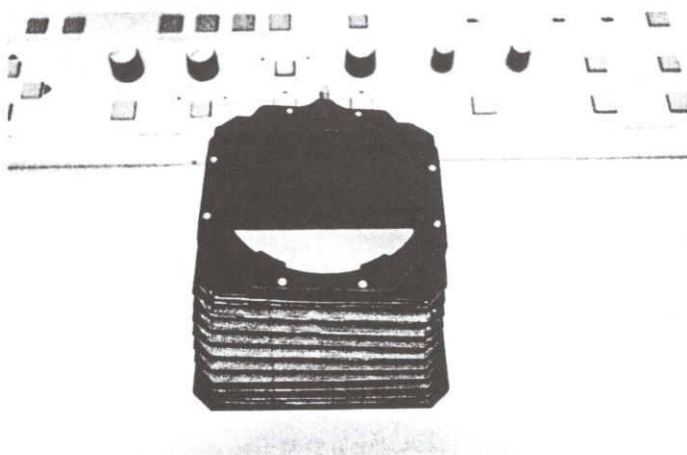


写真-3 Kenko LEE レンズフード

35mmの銀塩カメラで写した場合27mm~63.5mmになる。焦点距離はできるだけ長いほうが像の歪みが少ないが、装置が長細くなるので、ポラロイドとほぼ同じ距離だと約35mmの焦点距離で約400mmの撮影距離になり、絞りは開放値のF4.0がよい。焦点距離35mmは35mm銀塩カメラの約56mmに相当する、これは50mm銀塩の標準レンズの画角である。使用するレンズの性能は、像の画質に影響する、特に中心部と周辺の像の歪みができるだけ補正されたレンズを使用したい。これらを満足させるには、定価で10万円位のレンズが必要である。値段の高いレンズは、像の歪みを補正するため非球面レンズや低分散ガラスを何枚か使用している。試料の長さや面積を求める必要がある場合、レンズ中心部と周辺との像の歪みを補正することは重要なことである。

Canon Digital 1 眼レフの EOS Kiss 本体、レンズは EF 17~40 mmF4L USM を使用した。

一眼レフを用いたのは、このクラスだと B (バルブ撮影) 機能が有るからである。走査線は一画面あたり40秒~160秒かかるのでこの時間シャッターが開放できなければならない。レンズの適正な焦点距離は、装置を作成して写してみないと解らないから焦点距離が選択できるズームレンズにした。17mm~40mmを EOS KissDigitalに取り付けた場合、CCDの面積が36mmフィルムより小さいので

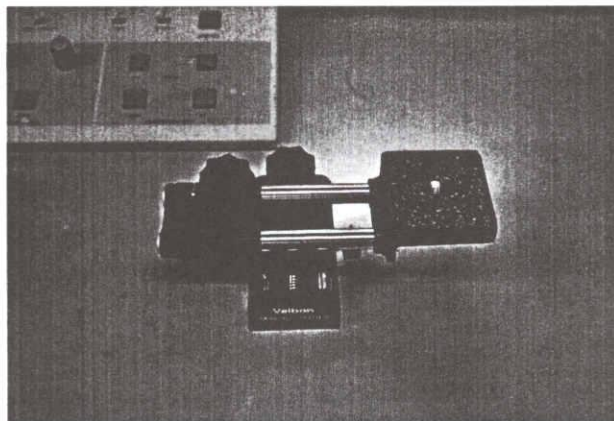
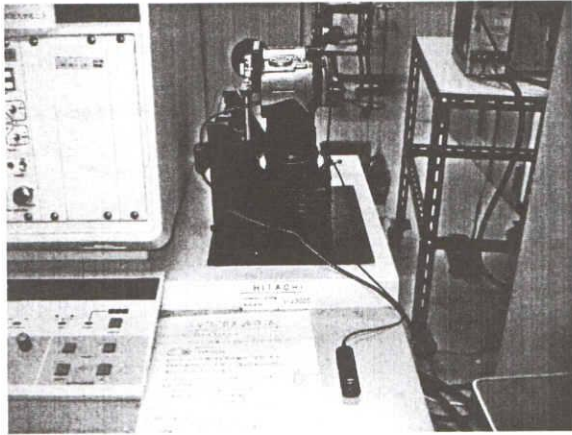


写真-4 Velbon マクロスライダー



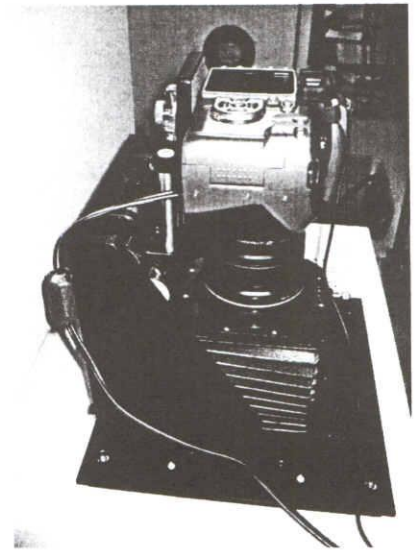
写真一五 SEM用デジタル1眼撮影装置

Kenko LEE レンズフードと EOS Kiss についたズームレンズEF17~40mmF4L USMを連結するには、77mmのアダプターリングが必要である。それと、EOS Kiss を Velbon マクロスライダー（微動装置）に取り付けた場合、Kenko LEE レンズフードがマクロスライダー（微動装置）に接触してレンズフードが少し歪んでしまう。これを改善するには、レンズにフィルターを3枚以上連結して、マクロスライダーとレンズフードが接触しないようにする必要がある。

保護用のフィルターであっても3枚も余分に（すでに保護用は1枚使っている）使うと像質に影響がでると思われるのでガラスが入っていないフィルターリングをメーカーに特注した。

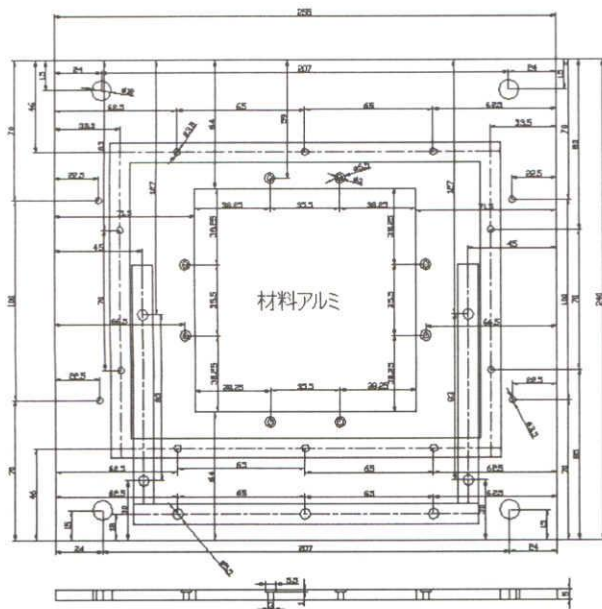
Kenko LEE レンズフードと EOS Kiss についたズームレンズEF17~40mmF4L USMを連結するには、77mmのアダプターリングが必要である。それと、EOS Kiss を Velbon マクロスライダー（微動装置）に取り付けた場合、Kenko LEE レンズフードがマクロスライダー（微動装置）に接触してレンズフードが少し歪んでしまう。これを改善するには、レンズにフィルターを3枚以上連結して、マクロスライダーとレンズフードが接触しないようにする必要がある。

Kenko LEE レンズフードがマクロスライダー（微動装置）に接触してレンズフードが少し歪んでしまう。これを改善するには、レンズにフィルターを3枚以上連結して、マクロスライダーとレンズフードが接触しないようにする必要がある。

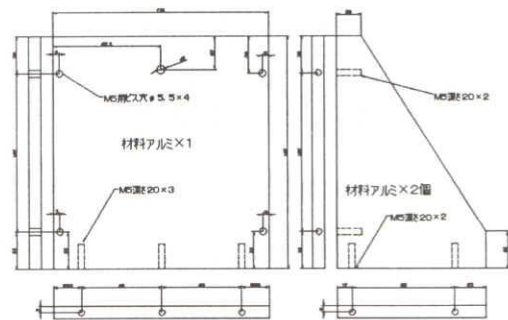


写真一六 撮影装置拡大

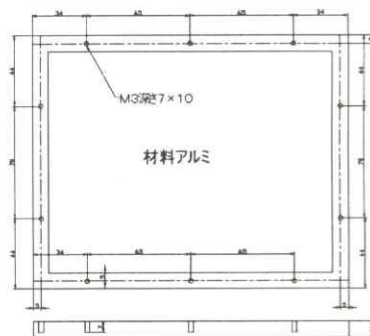
(撮影装置の図面)



図面一1 撮影装置底部



図面一2 撮影装置縦部品



図面一3 撮影装置下枠

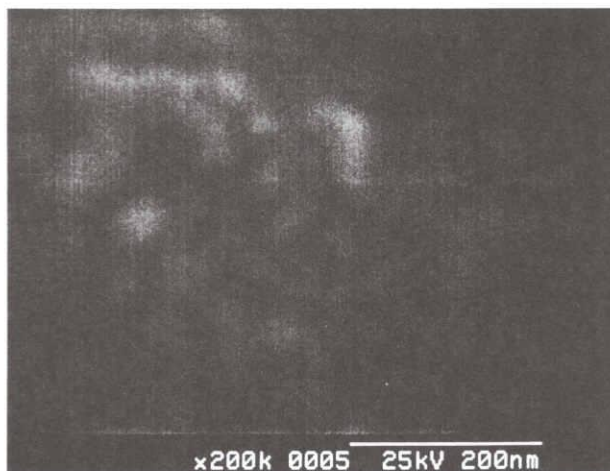
### (本装置作成の結果と考察)

今回作成した撮影装置は、市販のデジタル1眼レフカメラをSEMの撮影装置として組み込んだものである。SEM像はTV像としてではなく、SEMの撮影用のモニターに濃淡がある走査線として数十秒間映し出される。今回使用したSEMの走査線のスピードは、40sec/1Frame, 80sec/1Frame, 160sec/1Frameの3段階で有る。通常、中間の80sec/1Frameで撮影してきたので、今回もそのスピードでおこなった。

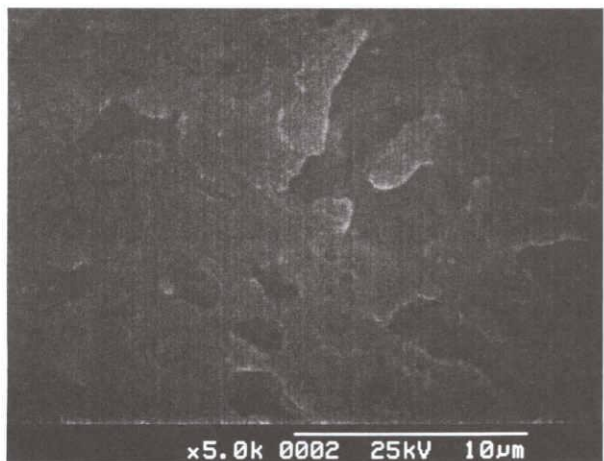
その結果、これまで銀塩フィルムでは不可能だった8万倍での撮影もでき、あまり綺麗ではないが20万倍でも像が確認できた。このことから1眼レフのデジタルカメラを利用した撮影装置の像はポラロイドを超え、銀塩のフィルムさえも超える像質であった。今回作成したデジタル1眼レフカメラを使用したSEM用の撮影装置は当初予想した以上の効果が有ったといえる。



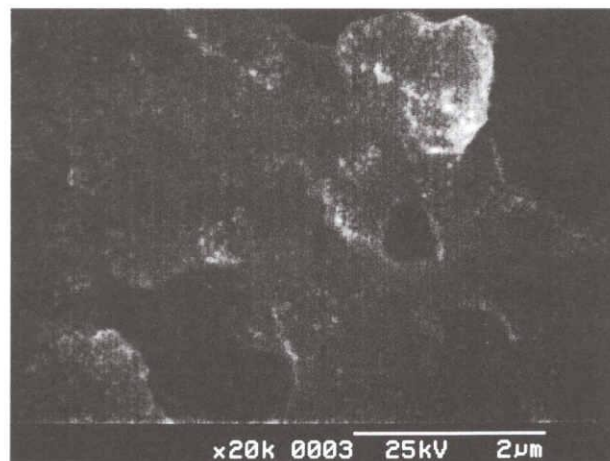
写真一 7 80,000倍SEM像



写真一 8 200,000倍SEM像



写真一 7 5,000倍SEM像



写真一 7 20,000倍SEM像