

平成 8 年度技術講習会 『パーソナルコンピュータによるネットワーク利用の案内』

日時：平成 8 年 10 月 7 日(月) 14:40～15:40 / 場所：合同棟 3 階 計算機演習室

講習は、テキストに HTML で記述したものをういてブラウザ(Netscape Navigator) 上で行いました。

内容は「技術部ホームページ/講習会ページ/パソコンによるネットワーク利用の案内」を参照してください。

『講習メニュー』

1. コンピュータネットワークとインターネットについて

はじめに/インターネットについて/インターネットの経緯と特徴/プロトコル/ゲートウェイ(ルータ)とホスト経路の制御と情報/インターネットアドレス/ホスト名と DNS/イーサネット/通信の形態とプロトコル『専用線接続(一般アナログ専用線、高速デジタル専用線)/回線交換(公衆電話回線、ISDN)』/セキュリティ『ファイアウォールによるセキュリティ/パスワードの設定と運用指針/不正アクセスの種類と例』/電話システムとの比較『構成要素/制御形式と接続形態/プロトコル/番号計画/課金方式/通信品質とセキュリティ』/イントラネット

2. 学内のネットワークについて

学内のネットワーク/ネットワーク共用部/部局ネットワーク

3. WWWについて

WWWについて/WWW 上の情報検索サービス/ブラウザ機能の拡張/プラグイン/JavaScript/WWW ブラウザソフトウェア

4. 電子メールについて

電子メールについて/共通プロファイルで複数のメール環境を設定する方法(Microsoft Windows95 & Exchange)

5. FTP と Archie : アーチャーについて

FTP/Archie : アーチャー / ソフトウェアの紹介

6. ネットニュースについて

ネットニュースについて/ニュースグループとニュースリーダについて/ニュースグループの紹介/mu の紹介 Netscape ニュースウィンドウのヘルプ/ネットニュースについて/ニュースグループとニュースリーダについて ニュースグループの紹介/mu ニュースグループの紹介/Netscape ニュースウィンドウ/ウィンドウ枠(メニュー項目/ニュース情報)/ニュースツールバーボタン/記事/メール/返信/フォロー/両方/転送/前/次/スレッド/グループ/印刷/ニュースメニュー項目/ファイル/編集/表示/メッセージ/ジャンプ/オプション/ウィンドウ/ヘルプ

7. ネットワークコンピュータ、共有フォルダについて『ファイルの共有/ヘルプ(Microsoft Windows95 Help)』

a. ネットワーク上のパソコン A より共有フォルダ[技術講習]の『HTML_mihon.html』をコピーする。

1. デスクトップ上の[エクスプローラ]をダブルクリック - [Network]の左+印をクリックする。
2. ネットワーク上で接続されているパソコンを確認。
3. パソコン A の左+印をクリックし[技術講習]フォルダを選択する。
4. 画面右の『HTML_mihon.html』をクリックし選択する。
5. 『HTML_mihon.html』ファイル上で右クリック、コピー(C)をクリックする。
6. マイコンピュータの C ドライブ、[技術講習]フォルダを選択する。
7. エクスプローラ画面右半分で右クリックし貼り付け(P)をクリックする。

b. ネットワークコンピュータ、共有フォルダのヘルプ (Microsoft Windows95 Help より)

ネットワークの参照が簡単に/リソースの共有が簡単に/ほかのコンピュータの共有フォルダを開くには
ほかのユーザーとフォルダを共有するには/[ネットワークコンピュータ]ウィンドウに項目を追加するには
ほかのコンピュータの共有フォルダを開くには/インターネットから共有リソースへのアクセスを防ぐには
インターネットから LAN 内部へのアクセスを防ぐには

8. Netscape Navigator の基本操作方法

Netscape Help より/はじめる前に/Netscape の学習/画面上のアイテム/メール、ニュース、ブックマーク
メニュー項目/設定/Q & A(質問と回答)

9. 技術部ホームページについて

三重大学工学部技術部 /他大学の技術部ホームページの紹介

技術部ホームページは平成 8 年 9 月 24 日から運用を開始しました。掲載内容を実際に見ていない方は内容を確認して下さい。また、他大学技術部のホームページ運用例も参照して下さい。

1. 三重大学工学部技術部ホームページ

技術部概要と技術官一覧/個人ページへのリンク(技術内容別)/技術報告集/技術講習会
技術発表会/研修/お知らせ/LAN・パソコン入門者の方へ/その他のリンク/編集スタッフ

2. 神戸大学理工系技術官ホームページ

3. 名古屋大学情報文化学部・人間情報学研究所技術部ホームページ

4. 岐阜大学工学部技術部ホームページ

10. HTML について

これからWWWホームページを作成される入門者の方へ(HTML タグ一覧)/HTML 文書の書き方
WWW と HTML について/アクセス方法とサービス/画像と音声/HTML/HTML 表記方法と例

HTML タグ一覧

属性中の記号 hhhhhh = 6 桁の 16 進数、n, ±n, n1, n2 = 数値 (10 進数) 対応 N: Netscape Navigator, I: Internet Explorer

項 目	タ グ の 種 類
一般定義タグ	<HTML> <HEAD> <TITLE> <BODY> <!--Text--> <BASE HREF="URL">
文字修飾タグ	<Hn> <I> <U> <S> <SUP> <SUB> <TT> <PRE> <CENTER> <BRINK> <BASEFONT> <BIG> <SMALL> <ADDRESS> <DIV> <XMP> <LISTING> <CODE> <CITE> <DFN> <KBD> <SAMP> <VAR>
文章区切りタグ	<P> <HR> <NOBR> <WBR>
リストタグ	 <DL> <DT> <DD> <MENU> <DIR> <BLOCKQUOTE>
表タグ	<TABLE> <TR> <TH> <TD> <CAPTION>
リンクタグ	<A>
画像、オブジェクト音声タグ	 <EMBED SRC=URL<TABLE> <IMG DYN SRC=URL<TABLE> <BGSOUND>
マップタグ	<MAP> <AREA>
フォームタグ	<FORM> <INPUT> <SELECT NAME="text"> <TEXTAREA>
フレームタグ	<FRAMESET> <FRAME> <BASE> <NOFRAME>
マーキータグ	<MARQUEE>
その他のタグ	<ISINDEX> <A> <BASE> <META>

1 1. WWWホームページの作成演習

- [HTML_mihon.html] ファイルをベースに自由に作成練習する
デスクトップ上の [技術講習] - [HTML_mihon.html] 上でダブルクリックし、ネットスケープから開く。
デスクトップ上の [技術講習] - [HTML_mihon.html] 上で右クリック、[NOTEPAD OPEN] をクリックする。
ノートパッドで [HTML_mihon.html] ファイルをベースに自由に書き換え、編集内容を確認する。
- HTML タグ表記方法
一般的な HTML タグの表記

< タグ, 属性 > 記載内容 < 区切りタグ >
 例: テスト → テスト と表示されます。
- HTML タグと表示例 (左側の太字はブラウザに実際に表示される文字例、右側はタグ例)
『水平線、文字サイズ、普通のテキスト表示の例』

↓ : <HR> タグで水平線を表示

タイトルを入力 ← タイトルを入力
自由に文章を書く。 ← 自由に文章を書く。

『画像表示の例』

↓ :



『リスト形式の例』

1. リスト形式の項目 1 を入力 ←
2. リスト形式の項目 2 を入力 ← リスト形式の項目 1 を入力
3. リスト形式の項目 3 を入力 ← リスト形式の項目 2 を入力
← リスト形式の項目 3 を入力
←

『定義型リストの例』

定義型リストの見出しを入力 ← <DL>
定義型リストの内容を入力 ← <DT> 定義型リストの見出しを入力
← <DD> 定義型リストの内容を入力
← </DL>

『表の例』

表のタイトル ←

見出しセル A	見出しセル B	見出しセル C
データセル 1	データセル 2	データセル 3
データセル 4	データセル 5	データセル 6
データセル 7	データセル 8	データセル 9

<TABLE BORDER>
<CAPTION> 表のタイトル </CAPTION>
<TR> <TH> 見出しセル A </TH> <TH> 見出しセル B </TH> <TH> 見出しセル C </TH> </TR>
<TR> <TD> データセル 1 </TD> <TD> データセル 2 </TD> <TD> データセル 3 </TD> </TR>
<TR> <TD> データセル 4 </TD> <TD> データセル 5 </TD> <TD> データセル 6 </TD> </TR>
<TR> <TD> データセル 7 </TD> <TD> データセル 8 </TD> <TD> データセル 9 </TD> </TR>
</TABLE>

『リンク設定の例』

技術部ページへ戻る ← 技術部ページへ戻る

以上

透過型電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope : TEM)

I 電子線の波長と分解能

「この電顕は最高何倍ですか？」多くの見学者から出される質問の1つであるが、正しい質問は、「この電顕の分解能はどのくらいですか？」であるが、その答えも「約1 Åくらいです」とあいまいになってしまう。これは、分解能の定義が結像コントラストの種類によって異なり、一概に決められないからである。そこで分解能の定義から説明する。

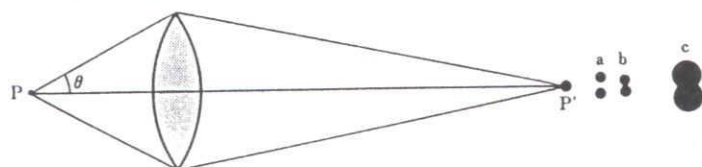
光学顕微鏡の分解能

光学顕微鏡の分解能については、1870年にアッペによって回折収差による分解能の限界が示されている。分解能とは、“近接する2点を2点として見分けられる最小の距離”と定義され、その距離をdとすると、

$$d = \frac{0.61 \lambda}{n \cdot \sin \theta} \quad (1)$$

であり、これは“アッペ(Abbe)の式”とよばれる有名な式である。これを図1によって説明する。

点Pから出た光が、レンズによって点P'に結像している。Pが無限に小さくともP'は回折収差によって面積をもつのである。P点に接近した2点がある場合、P'においては、図1の右端に示したaのように2点に分離していれば問題はないが、Pの2点がさらに近づくと、bのようにヒョウタン形に重なってしまい、2点としては見分けられなくなる。この状態を無理に拡大すると、cのようにヒョウタン形のまま拡大されるだけで、それ以上の微細構造をみることはできなくなる。このようにP点における2点を2点として見分けられる最小距離をその顕微鏡の分解能と定義するのである。この最小距離dは式(1)に示されるように、 λ すなわち使用する光の波長に比例し、レンズに入る光の角度 θ および屈折率nに反比例する。 θ は開口角とよばれ最大で90°、したがって $\sin \theta$ は1より小さい。nは通常1に近似であり、対物レンズで油浸のものがあるが、これはnを大きくするためである。式(1)の分母 $n \cdot \sin \theta$ は開口数とよび、この値は2より小さい。



- a: 2点が発離してみえる場合
- b: 2点が発離しないくらい
近接した場合
- c: 分離しない2点の強拡大

図1 分解能と回折収差

光学顕微鏡の分解能を決定する因子は波長 λ であり、光の波長は4000 Å~7000 Åであるから、光学顕微鏡の分解能は光の波長の半分ぐらいになるのである。そして光学顕微鏡の最高倍率は、分解能2000 Å=0.2 μmで、目の分解能が約0.2mm、したがって約1000倍が限界となるのである。

電子顕微鏡の分解能

電子顕微鏡の分解能は、現在では1 Åより小さい(単純2点間の距離ではない)ものが発表されているが、むずかしい問題は省略して単純にアッペの式で考察してみよう。

電子線の波長は、その加速電圧Vと関係して次式で表せる。

$$\lambda = \sqrt{\frac{150}{V}} \text{ (Å)} \quad (2)$$

Vはボルト単位であり、たとえば6万Vの加速電圧の場合は、 $\lambda=0.05 \text{ Å}$ となる。これは光の波長に比べると5桁小さい値である。

式(1)が電子線に対して直接適用できるとの保証はないが、一応代入してみると、 λ は5桁小さくなるが、 θ を大きくできないのである。なぜならば、光学顕微鏡の対物レンズは4枚構成などのように凸レンズと凹レンズを組み合わせることで各種の収差を除くように設計されており、開口角を大きくするよう工夫されているのであるが、電顕の電子レンズは、単玉凸レンズだけが可能であり、とくに球面収差に対しては何の処置もできないのである。そのために、対物レンズには0.1mm以下の絞りを入れてレンズの中心部分だけを使用することにより球面収差の影響を小さくしている。したがって、開口角 θ は 10^{-3} rad という小さな値になってしまうのである。

波長 λ を5桁小さくしても θ で3桁損失するので、結果として分可能は2桁ほど向上するにすぎない。これらの数値を式(1)に入れて概略計算すると20 Åとなるが、先にも述べたように最近の電顕の分解能は点分解能(2点の最小間隔で示す分解能をこのようによぶ)でも数Åの値が得られている。

電顕の分解能を示すもう1つの方法に格子像分解能というのがある。これは数Åオーダーでは信頼できる値をもった2点を有する標準試料が作れないので、結晶の格子像を撮影してその間隔から分解能を求める方法である。

この格子像は、その結像原理から球面収差の影響が少ないために、点分解能に比べてよい値が得られる。図2に示した金の結晶格子像の写真では、

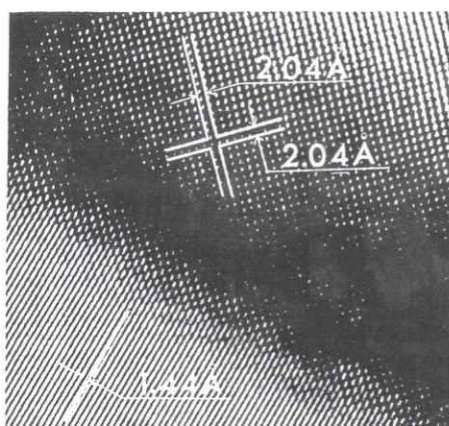


図2 金の結晶格子像

1.44Åのしま間隔が明瞭に現れており、点分解能的な判定をすればもっと小さくともみえるように思われる。しかし、結像原理が異なるので簡単ではないのである。

電顕の開発初期の頃は加速電圧は50kVのものが主流であったが、これは放電などの技術的問題から選定されたことであった。その後は100kV、200kVと高電圧のものが開発され、近年は1000kVのものが市販されている。加速電圧を高くすることは、波長入が小さくなるから分解能の向上になるように思えるが、実用上は透過度を増加させることが目的であり、微小試料は透過がよすぎて見えなくなるというデメリットも生ずる。

生物試料の超薄切片がなかなか切れなかった頃に、加速電圧を高くして厚い切片でも透過して観察しようとし、300kV、500kV級の電顕が開発されたのであるが、完成時には超薄切片技術が進歩して生物学者からは不用論が出るようになった。しかしながら、その頃から金属関係では金属を電解研磨法で薄くし、直接金属の内部を観察する技術が発達し、1000kV電顕が普及したのである。現在では超高压電顕は装置も安定しており、波長の短いことを利用した高分解能の研究もなされている。

II 透過型電子顕微鏡の構造

透過型電子顕微鏡が一応の形を整え、光学顕微鏡の分解能を越えたのは1933年であるが、その当時、理論的な分解能などはとても達成できそうには思えなかった。また、もしそれが達成されたとしても、それをいかに使うか、皆目、見当がつかなかった。そして、1940年代に入っても、真空中で干物にし、電子線で黒焼きにした生物を見て何の役に立つか、というのが、むしろ常識家の論ずるところだった。レンズのポールピースの工作精度が低く、材料の磁気的不均質に加え、2次的な電界磁界の妨害も大きかった。加速電圧やレンズの励磁電流の安定化もはなはだ困難で、今日のような方式が確立できる見通しはなかった。この時代の開発は理論よりも経験に基づく試行錯誤に導かれた。1950年代にはいると、非点収差の補正法が確立され、また一方、試料技術では、超ミクロトーム、レプリカ法などが開発され、電子顕微鏡の将来が明るくなってきたが、それでもなお、今日の盛況が実現するとは、夢にも考えられなかった。

このような時代背景を経て、現在の透過型電子顕微鏡の技術が確立されたのである。図3がその透過型電顕の構造である。ここに示したものは加速電圧100kVの標準型で、多くの機能をもつ万能型である。中型、小型などと称する簡単な型もあるが、その基本は、ほとんど同じである。

鏡体は照射系、試料室、結像系、カメラからなり(図3)、そのほかに鏡体を排気するための真空系、電子線を加速するための高圧電源、レンズを励起するためのレンズ電源がある。電子銃から出た電子線は加速され、コンデンサレンズで適当にしばられて、試料を照射する(図4参照)。試料の出し入れは、エアーロックにより、鏡体の真空を破ることなく短時間(1~2分)でできる。試料を透過した電子は対物、中間、投影の3つのレンズで蛍光板の上に結像せられる。最近では直接倍率を数十万倍に上げるが、通常は数千から数万倍で使われる。直接倍率が10万倍でも、写真で5倍くらいに引き伸ばせば、10Åの間隔を0.5mmにして見る事ができる。光学顕微鏡では、レンズの強さを変えられないので、倍率を変えるにはレンズを取り替え、ピントを合わせるには物体と対物レンズの距離を変えるが、電子顕微鏡では、レンズの励起電流を変えて強さを変えうるから、倍率の変化もピント合わせも制御板のノブを回すだけでできる。さらに、試料の回折図形を蛍光板上に出すこともできる。

写真を写すには、まず像を見ながら試料微動によってよい視野をさがす。この間、適当に倍率を選び、またピントを合わせる。いま5万倍で見ているとすると、蛍光板上の1mmが試料面上の200Å、すなわち、光の波長の約30分の1にしにすぎない。この程度の微動が機械的に、ネジとてこで滑らかにできるのは驚異に値する。結晶体の研究には、試料を傾けて見る必要があるで、これのできる試料台も商品化され、広く用いられている。また、加熱、冷却のできる試料台も市販されている。写真乾板(またはフィルム)は蛍光板の真下に置いてあり、電子線を直接あてて感光させる。露出時間は多くの場合に10秒以下である。高圧電源は非常に安定な直流で、電圧変動率 $\Delta V/V$ が 1×10^{-5} 以下にしてある。この安定が悪いと色収差がでる。レンズ電流の変動率 $\Delta I/I$ についても同等以上の安定度が要

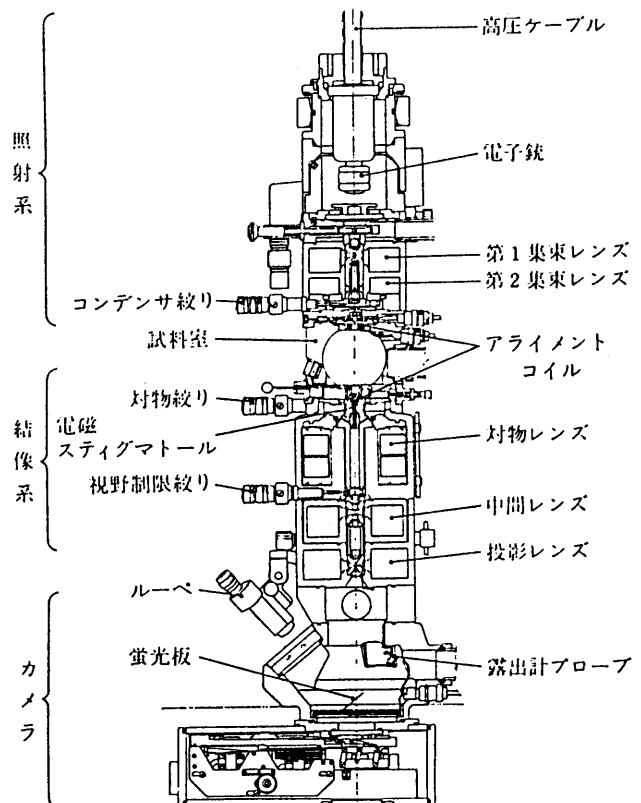


図3 透過型電子顕微鏡の構造(日本電子株式会社提供)

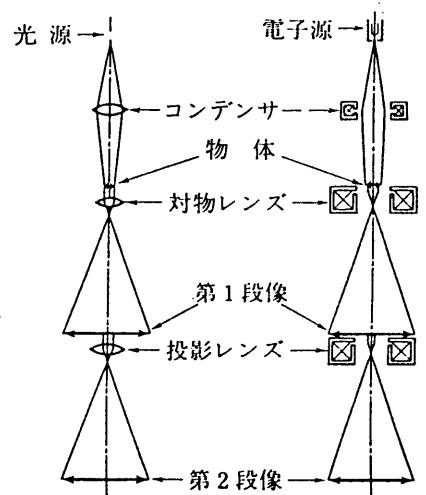


図4 光学顕微鏡と透過型電子顕微鏡の比較

求される。このような電源は電子顕微鏡で初めて開発されたものである。鏡体内の圧力は 1×10^{-4} Torrの程度でもよいが、電子銃は 10^{-6} Torr以下に保つことが必要である。真空が悪いとフィラメントの寿命が短いのみならず、微少な放電が起こり照射がちらつく。

電子顕微鏡を使うにはいろいろの注意が必要であるが、一番大切なことは器内を清潔に保つことである。電子線の通り道に、肉眼で見えないほどのほこりが一つ付いても、そこで帯電や放電が起こり、その電界でビームが揺れる。また、外部からほこりがはいらないでも、真空が不潔だと、すなわち残留気体中に油の蒸気などが含まれていると、電子線で照射されたところ、たとえば絞りの周辺に汚染がつき、像を悪くする。「装置を清潔に保て！」との注意は、電子顕微鏡を利用する人たちに、何度繰り返してもむだではない。

Ⅲ 制限視野回折

普通のX線回折や電子線回折は平行線で物体を照射したときに無限遠で観察される回折である。X線ではレンズがないから図5(a)のようにする。実際には衝突して有限なところにあるから、入射線を十分細くしなければならない。電子線ではレンズができるので、同図(b)のようにして、鋭く明るい回折図形を作ることができる。この方法は古い回折装置で使われたが、収斂は近似的である。電子顕微鏡では図3によってわかるように、物体(試料)の後ろに対物レンズがあり、このレンズは像面上に像を作ると同時に、その後焦点面には必ず回折図形を作っている。焦点距離が小さいため、この図形はきわめて小さいが、中間以下のレンズで拡大して見るのである。光学顕微鏡でも同様のことができるが、可視光の場合、回折図形は利用者にとって役に立たない。電子線の場合は、拡大像によってその巨視的な外形を観察し、回折図形によって結晶内部の原子配列を研究できるから、大いに役立つのである。

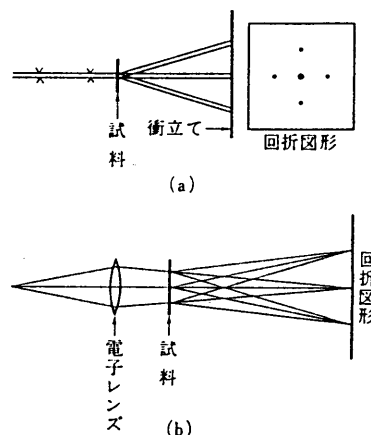


図5 回折図形の作り方

次に電子顕微鏡でこれを行う方法を図6によって説明する。この図の(a)でも(b)でも対物レンズの強さは同じなので、いずれの場合も回折図形が対物絞りの面上に、第1段像が視野絞りの面上にできている。(a)では中間レンズを強くして、投影レンズの物面上に第2段像を作る。(b)では中間レンズを弱くして、同じ面上に回折図形のほぼ1:1の像を作る。対物レンズの焦点距離は通常3mm程度なので、この回折図形は1mm角以下の小さなものだが、それを投影レンズで100倍位に拡大すると、蛍光板上で見やすい大きさになる。実際は拡大像を見るときは対物絞りが入っており、回折図形の中央部だけで像を作る。したがって回折図形に切り替えるときは、対物絞りを抜く必要がある。

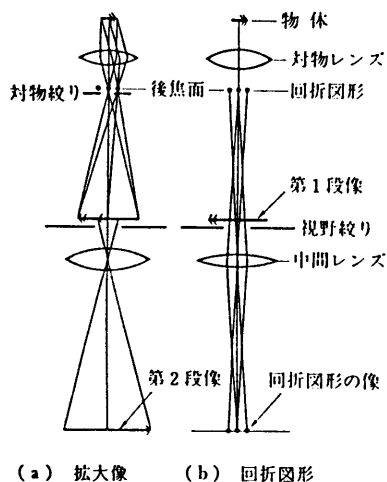


図6 制限視野回折の説明

《参考資料》

坂田茂雄著『電子顕微鏡の技術』朝倉書店、1982年

上田良二著『電子顕微鏡』共立出版、1982年