



Title	マイクロラジオグラフィー(III)(直接擴大法の技術的研究)
Author(s)	江藤, 秀雄; 瀧戸, 直正; 坂田, 茂雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1956, 15(12), p. 1157-1161
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15760
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

マイクロラジオグラフィー (III)

(直接拡大法の技術的研究)

東京大学医学部放射線医学教室(主任 中泉正徳教授)

助教授 江藤 秀雄

講師 瀧戸 直正 坂田 茂雄

(昭和30年11月30日受付)

〔内容梗概〕

(研究目標) 電子線を集束させてエックス線の点源をつくり、これより発散するエックス線により試料の直接拡大法によるマイクロラジオグラフィーを行い、その実用性につき検討する。

(研究方法) 磁界型電子顕微鏡を利用して、電子回折像を撮影する際の試料面の位置にターゲットをおきエックス線の点源をつくる。

(研究結果) ターゲット上の電子線の集束程度を蛍光板上で観察するのみでは鮮鋭な像は得られない。集束操作を充分に行い集束の最もよい状態で撮影すれば実用上有効な写真の得られることを確めた。

1. 研究目標

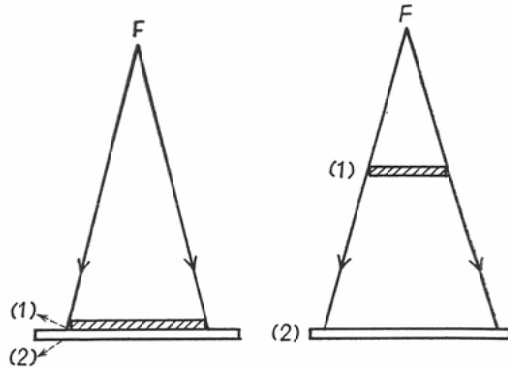
エックス線による試料の微細構造の拡大撮影法、所謂エックス線顕微鏡撮影法としては従来つぎの二通りが行われている。

(i) 解像力の大きい超微粒子乾板又はフィルム上に試料を密着せしめ、これを普通の密封型エックス線管又は排気型分折用エックス線管を用いて撮影し、後これを光学的に拡大する間接的方法。

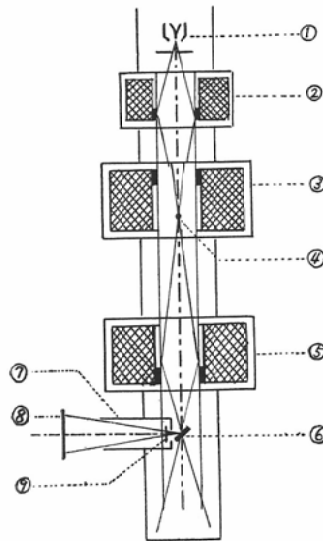
(ii) 試料を感光膜面に密着させず、これより離しておき静電的又は磁氣的に電子線を絞つてエックス線の点源をつくり、これより発散するエックス線束により試料の拡大像を撮影する直接的方法。(一般に更にこれを光学的に拡大する二段的方法)

(i) についてはすでに多数の発表があり、筆

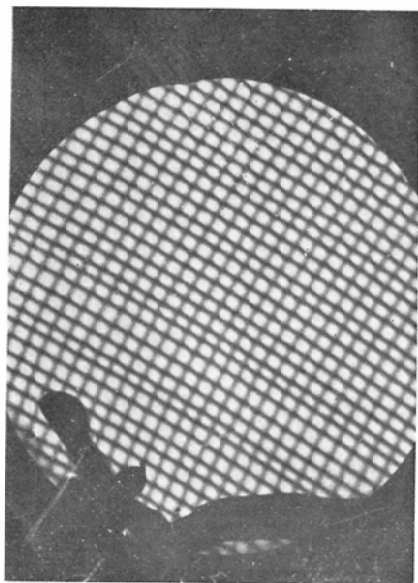
第1圖 間接拡大法と直接拡大法 (1)試料(2)感光材料



第2圖 電子顕微鏡を利用したエックス線顕微鏡。
1) 電子銃. 2) 集光レンズ. 3) 対物レンズ. 4) クロスオーバー. 5) 投射レンズ. 6) ターゲット. 7) カメラ. 8) フィルム. 9) 試料



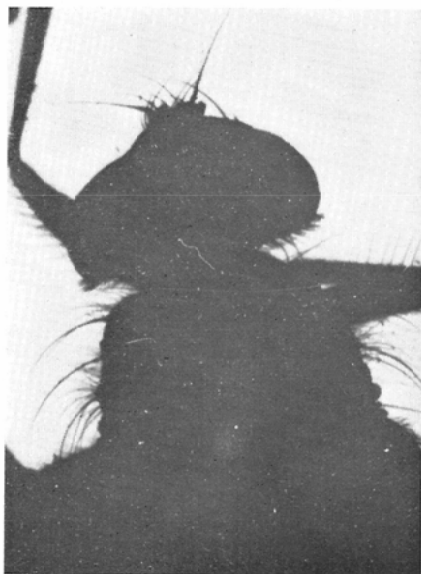
第3圖 メッシュの拡大像 (×9×2:×18)



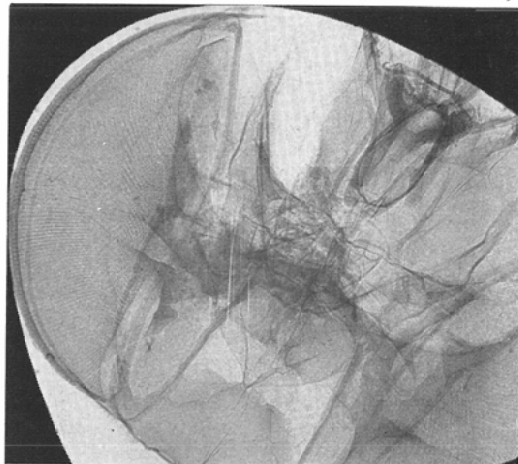
第4圖 (b) 家蠅の頭のエックス線(管電圧50kV, ターゲットクローム凍結乾燥)による撮影(×18)



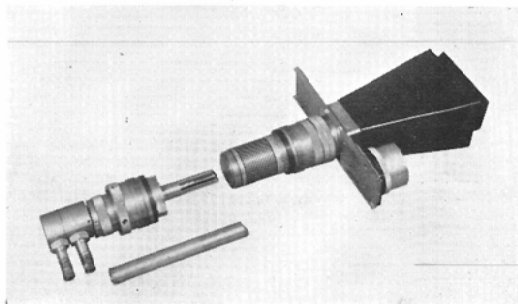
第4圖 (a) 家蠅の頭の可視光による撮影(×18)



第5圖 家蠅の頭のエックス線撮影(×7×10:×70)



第6圖 エックス線顕微鏡用アダプター (ターゲット及びカメラ)



者も同様の実験を試みすでにその結果について報告した。¹⁷⁾¹⁸⁾

(ii) については従来余り報告されておらない。

Ardenne (1939—40年) は静電型レンズの作用を利用して電子線をターゲット上に集束してエックス線の点源を作る方法を行い、レントゲン陰影顕微鏡と呼んだ。又最近では Cosslett-Nixon (1951—53年) 等¹³⁾¹⁶⁾ が磁界型レンズを用い電子銃のタングステンのフィラメントの縮小像をエックス線管の一端にある薄い金属膜につくり、これをエックス線源として、これより外部に放射されるエックス線を利用している。ターゲット上の焦点の大きさは直径約 1μ である。しかし未だ実用的域には達しておらぬようである。

筆者等は磁界型電子顕微鏡を利用してエックス線顕微鏡撮影を行う方法に着目し、その結果についてはすでに中間報告¹⁹⁾ を行つたが、今回更にその方法の一部を改良し実験を行い、その有用性の有無につき検討した。

2. 研究方法

(1) 実験装置

(i) エックス線源：筆者等の使用している磁界型電子顕微鏡を利用して、電子回折像を得る際の電子束の試料面上における照射面積の直径が 1μ 以下になることから、その試料面の位置に適当なターゲットを置き、点状エックス線源を作るようにする。

すなわち第2圖において陰極の電子銃より出た電子線を集束レンズにより集束し、強力な電子束とし、これを對物レンズの中心部に送りこむ。つぎに對物レンズの勵磁電流を強くして、クロスオーバーを 1μ 位にする。このクロスオーバーが實際上の光源となり、これを投射レンズにより更に縮小してターゲット上に結像させる。

(ii) ターゲット：高分解能電子回折の出来る装置の回折試料アダプターに回折試料と運動出来るようにターゲットをとりつけ、ターゲット面は鏡體の軸と約 45° の傾斜とした。

(iii) カメラ室：ターゲットになるべく近い位

置に、マイカ窓をおくため鏡體側面よりパイプを挿入する。窓の大きさは $1\sim 2\text{mm}$ とし、厚さ數 μ のマイカ板を使用する。

試料はターゲットより $4\sim 10\text{mm}$ 、乾板(フィルム)は約 100mm の位置に取付けた。

(2) 撮影法

(i) 高分解能回折像が終像螢光板上に結像するよう電子顕微鏡本體の調節を行う。

(ii) 回折用試料アダプターを移動させてターゲットに切替える。

(iii) 標準試料としてメツシュを挿入すれば螢光板上にメツシュの擴大像が認められるので、投射レンズの勵磁電流を調整加減しピント合せをする。

(iv) 被檢試料をメツシュとおきかえる。この際試料が變つてもピントは變化しない。

(v) 感光材料を入れて曝射する。

3. 研究結果

(1) 試料としてメツシュ(太さ約 0.05mm) を用い、基礎実験を行つた結果、直接擴大9倍でわずかにボケを認めた。第3圖はこれを更に光學的に2倍擴大したものである。従つてこれ以上の倍率で擴大することは余り意味がない。これに對してメツシュをフィルム上に密着させて撮影したものでは $70\sim 80$ 倍擴大観察しても充分の鮮鋭度を有する。

この際曝射時間の短縮のためにエックス線用フィルムを用いているのでフィルム自身の粒子性の影響はあるが特に觀察上の不便はない。従つて更に微粒子の乳劑を適當に選ばば一屬の高倍率の擴大も可能である。

上記の結果は電子線の集束が未だ不充分で、焦点の大きさが所期の大きさに達しておらぬためであつて、直接擴大のためには更にピント合せを完全になすべきことを意味している。

(2) この程度の電子集束でも普通のエックス線管の焦点に比すればはるかに小さいので密着間接擴大の目的に使用するならば充分であらう。

たゞし一般にエックス線強度が弱いので感光膜を出来るだけ焦点に近づけねばならぬことゝ、あ

る程度の感度を要するため乳劑の粒子性を多少犠牲にせねばならぬために、焦點の小さいことの利點が若干失われるものと考えられるから、この點のかね合については更に技術的検討を要する。

(3) 直接擴大法に對しては螢光板上で肉眼的にビント合せを行つたのみでは不十分であるが、肉眼的にビントのよく合つたところを中心として投射レンズの勵磁電流を微細に調整しつゝ、何枚か撮影すればその中で最もビントのよく合つた状態での撮影が可能である。このためには電子顯微鏡自體がその操作中全く安定に働作することが必須の條件である。このことはつぎの實驗結果より明らかにされた。すなわち第4圖は筆者等の使用している舊式装置により單なる肉眼的ビント合せにより撮影した家蠅の頭の寫眞であるが、これに對して第5圖は日立中央研究所の最新型電子顯微鏡をエックス線顯微鏡として使用し、上述の方法で微細調整を行つて撮影したものである。原板に於いては Cosslett 等の寫眞よりも遙かに優秀である。以上の諸結果よりビント調整が完全におこなわれるならば直接擴大法は充分實用的な價值のあることが知られた。

終りに臨み御校閲を賜つた 中泉教授 ならびに多大の御援助を賜つた日立中研の只野博士、 森戸望氏に對し深謝する。

文 獻

- 1) P. Lamarque: Brit. Journ. Rad; 11(1938), 425.—2) A. Engström: Acta Radiol.; 31(1949) 503.—3) Bohatyrtschuk: Acta Radiol.; 25, (1944), 351.—4) R. Sievert: Acta Radiol. 17 (1936), 299.—5) B. Combée and A. Engstrom: Biochemi Biophys. Acta 14(1954)432.—6) F. Bohatirchuk: Brit. Journ. Rad: 27(1954)177.—7) S. Bellman, E. Block & E. Odeblad: 26, (1953)584.—8) B. Lindström: Acta Radiol. 38 (1952)355.—9) B. Lindström: Biochim. Biophys. Acta 10(1953)186.—10) Brattgard: Biochim Biophys. Acta 9(1952)488.—11) A.E. Barclay: Am. J. Roent Genol. 60 (1948) 1.—12) Tirman, W.: Caylor, C. E, Banker, H. W. & Caylor, T: Radiology. 57(1951)70.—13) V.E. Cosslett & W. C. Nixon: J. Appl. Phys. 24, (1953)616.—14) Cosslett: Electronmicroscope.—15) V.E. Cosslett & W.C. Nixon: Nature 27 (1954)387.—16) V.E. Cosslett & W.C. Nixon: Nature 168(1951)24.—17) 中泉, 江藤, 梅垣: 日醫放誌, 13 (1954)587.—18) 中泉, 江藤, 北川: 日醫放誌, 13(1954)592.—19) 江藤, 瀨戸, 坂田: 電子顯微鏡學會, 第10回學術講演會(1954).

Microradiography (III)

(The technical studies on the direct enlarging method)

By

Assist. Prof. Hideo Etô

Lecturer. Naomasa Takido

Shigeo Sakata

(Department of Radiology, Faculty of Medicine, Tokyo Univ.

Director: Prof. M. Nakaidzumi)

[Object of Study]

Focusing an electron beam on the small area of the target and producing a point source of X-rays, the authors tried to obtain the direct enlarged microradiographs and examine on the practicability of the direct enlarging method from the technical point of view.

[Method of Study]

The apparatus of an electron microscope of the magnetic lens type, which was also

employed for the electron diffraction, was utilized and the target material was fixed on the same position, on which the specimen to be examined by the electron diffraction method might be placed. The focusing of an electron beam was done by changing the objective lens current while viewing the image of a fine mesh test grid on the fluorescent screen.

[Results]

It was not enough to obtain the sharpness of the image of the specimen to be examined only by a visual focusing.

However it was found that sufficient resolution of the direct enlarged images could be obtained, if by taking a series exposure with varying values of the objective lens current and finding the optimum condition.