

X 線

第三卷第四號

(卷頭言)

戦の野より還りて.....(153)

(研究)

X線による纖維構造の研究.....俣野仲次郎...(154)

月長石の超顕微鏡的葉片構造について.....伊藤貞市...
澤田弘貞...(165)

融解凝固現象の熱力學的研究.....吉田卯三郎...(174)

(講義)

X線分光學(其の三).....澤田昌雄...(183)

本邦に於けるX線學に関する文獻(其の八).....(195)

第三巻總目錄及索引

昭和17年12月13日

X線懇談會發行

X 線懇談會役員並に編輯委員

會 長	吉田卯三郎			
顧問	本多光太郎	西川正治		
賛助會員	青山新一	淺田常三郎	淺原源七	荒勝文策
	伊藤貞市	石野又吉	小野鑑正	茅 誠司
	菊地正士	喜多源逸	木下正雄	木村健二郎
	木村正路	神津俣祐	篠原健一	志村繁隆
	高木誠司	中泉正徳	長橋正道	仁科芳雄
	西原利夫	尾藤加勢士	藤原武夫	舟岡省吾
	眞島正市	水野敏之丞	八木秀次	山田光雄
評 議 員	吳 祐吉	櫻田一郎	田中晋輔	仁田 勇
	吉田卯三郎			
庶務委員	澤田昌雄	田中憲三	渡邊得之助	
會計委員	蒲田政治	吳 祐吉	寺阪八郎	
編輯委員	澤田昌雄	田中憲三	塘 仁三	西山善次
	平田秀樹	渡邊得之助		
A 一般	伊藤千尋	中島浩吉	仁田 勇	
B 裝置及び實驗法	島津新一	原田晋次郎	宮崎清俊	
C 透過試驗	雄山平三郎	知田次郎		
D X線物理	枝木勇雄	平田秀樹	三宅靜雄	
E スペクトル	澤田昌雄	林 威	吉田早苗	
F 金屬及び合金	小島公平	篠田軍治	西山善次	
G 無機化合物	安藤良一	蒲田政治	澤田弘貞	
H 有機化合物	大橋達夫	朴 哲在	渡邊得之助	
I 纖維及び高分子化合物	久保輝一郎	淵野桂六	俣野仲次郎	松永義明
J 電子線	柿木二郎	菅田榮治	田中憲三	山口太三郎

奇 數 月
末 日 發 行

物理化學の進歩

昭 和 18 年
1 月 發 行

第 十 七 卷 第 一 輯

—(内 容)—

原 報

我が國に於ける物理化學の發展.....	大 幸 勇 吉
有機置換基の反應性への影響(第1報)	
置換基の影響に関する理論的考察.....	李 泰 圭
有機置換基の反應性への影響(第2報)	
一置換ベンゼンに於ける方位効果.....	李 泰 圭
有機置換基の反應性への影響(第3報)	
置換有機酸の酸度理論.....	李 泰 圭

紹 介

高壓化學實驗裝置の設計に就て(其の一).....	久 米 泰 三
液體中の氣體の溶解.....	A. E. Markham & K. A. Kobe(譯)

定 價 1 冊 80 錢 會 員 會 費 年 4 圓

發 行 所 (入會申込所) 京 都 帝 國 大 學 物 理 化 學 研 究 室 日 本 物 理 化 學 研 究 會 振 替 〓 京 都 6047 番

販 賣 所 東 京 市 神 田 區 一 ツ 橋 二 ノ 三 岩 波 書 店 京 都 市 中 京 區 河 原 町 始 藥 師 丸 善 京 都 支 店

ダイカスト 機械

(DIE-CAST)

各種ダイカスト鑄造機設計製作

理論誌“ダイキャスト”(一部70錢) (送料6錢)

昭和16年度版 (No. 1~6 合本) 總頁330頁

四六倍版 美麗表紙 定價5.50圓 送料50錢

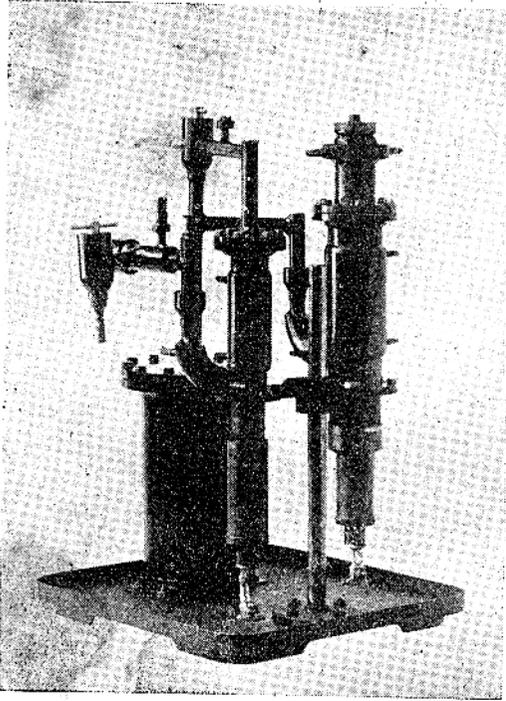
發 行 所 及
申 込 所

ダイカスト研究所

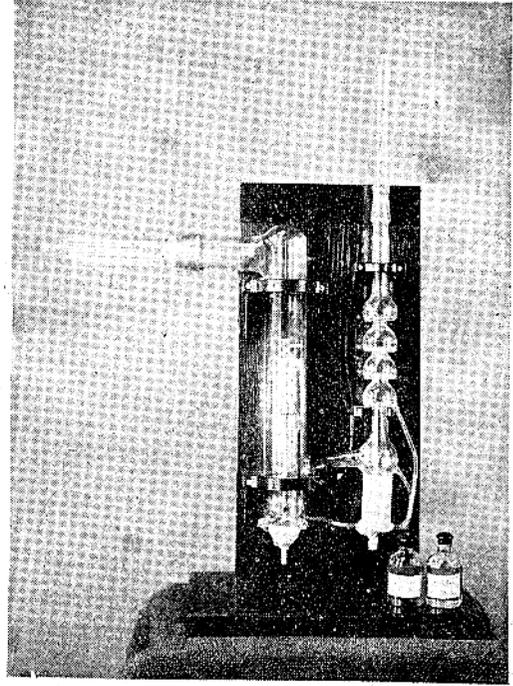
大阪市西淀川區海老江中一丁目(岡澤ビル)

電 話 福 島 7 0 7 7 番

高真空用ポンプ並に材料



鋼製油擴散ポンプ 一段・二段セット



テレックス硝子油分溜ポンプ

製作品型録呈上

製 品	{	鐵製水銀ポンプ	テレックス水銀ポンプ
		鐵製大型油擴散ポンプ	テレックス大型油分溜ポンプ
		オイル A. B.	グリース B. C.
		コンパウンド	ワックス
		ダイコチンスキーセメント	ピツエン

昭和理化學機械株式會社

東京市日本橋區堀留町一丁目十番地七

電話 茅場町 (66) 四四四一・四九五八

振替東京一六五九六七番

戦の野より還りて

吾々の心も體も智識もすべてを、大君の御前に捧げ奉り得ると云ふ心事は、皇國に生を享けた吾々にとって、最も大いなる榮譽であり、喜びであり、又何ものにも比較し得ない深い感謝の心持である。吾々が、このひとすじな心境に達し得るとき、其處には自から、清純、強固な團結が生れて来る。御互の心の奥には、祖國の運命の萬分の一でもを、負はふと願ふ焰の如きものを感じ乍らも、大君の御前にすべてを捧げまつる安らかな心持は、すべての者の上に、自から和やかな祭圍氣をもたらすものである。ハワイ眞珠灣攻撃の若き軍神達の生前の生活が、如何に明るく、和やかなものであつたかを聞かされて、ほんとうに命を捧げ盡し得た人々の心境を、しみじみと想はざるを得なかつた。と同時に、同じ國に生れ得た身の幸を今更ながら有難く思ふ。

大東亞戦争が、吾々の上にもたらした最も大きな恩恵は、吾々がすべてを捨てて、祖國の運命に參ぜむとする心構へであり、更にこの心境が、吾々の間にもたらす強固な團結である。吾々はこの大きな聖戦に遭遇して始めて、吾々の心の裡に、深く深く根を下してゐる封建時代の遺物である處の、割據的思想を根こそぎ絶やすことが出来るやうに思はれる。又この秋を逸しては再び好き機會は、めぐつて來ないのではあるまいか。X線懇談會は、つとにこの理想に向つて誕生し、既に又實行し來つた會合である。今こそ吾々は、日頃の理想へ向つて、明るく、強く、然も和やかに、邁進しなければならない。

厳しかつた冬の風も、漸く本土を去つた。そして春の風は、野に、山に流れ始め、薪炭の缺乏と闘つた今年の冬を、ほつとした氣持で、吾々は見送りつつある。然し乍ら、この寒風こそは、吾々民族を、三千年來、鍛え來つたものであつたことを、祖國の冬に再會して、つくづくと感ぜざるを得なかつた。常夏の國に住む、諸民族にとって、如何に望んでも得られぬものは、實に吾々に恵まれるあの清冽な冬の恩恵である。自分は、南海の山野に轉戦する間、如何にして肉體の弛緩から、のがれやうかと、努力せざるを得なかつた。野も山も雲も海も、強烈な生命力に充ち溢れてゐるにも關らず、その氣温と、その濕度とは、吾々をして、怠惰に陥らしめやうとする。戦ひは様々な事を吾々に教へて呉れるものではあるが、この冬ほど、日本の冬が吾々民族に與へ來つた恩恵に對して、考へさせられた事は無かつた。

吾々は、益々深刻になつてゆくであらう物資の缺乏と戦ひ乍ら、吾々の研究生活を進め、その研究生活を通して、有史以來の大戦の一端に參加し、そして如何なる事が有らうとも、この戦を勝ちぬかねばならない。

物の不自由な事は、然し乍ら、却つて吾々に、物の有難さをしみじみと感じさせて呉れる。たとへその量は腹に満たなくとも、この頃のやうに、三度、三度の食事が、有難く頂ける事は無い。一枚のX線フィルムも、實に、實に貴重なものになつて來た。すべての缺乏も、不自由も、もはや吾々にとっては只感謝の心を深めるばかりである。吾々の身も心も、すべては大君に捧げ奉りしものである。吾々の學問も、技術も、すべては皇國のものである。

(歸還生)

〔研究〕

X線による繊維構造の研究

侯野 仲 次 郎

(昭和十七年十月二十日受領)

I 緒 言

X線による繊維構造の研究にはかの有名な西川博士の古典的研究を初めとし、吉田、田中諸博士等による金属の加工、析出などの際のその繊維構造に対する研究があり、又近くは櫻田、吳諸博士等の有機繊維に対する研究があつて、この部門は本邦に於て花々しく開拓された部門の一つである。

繊維のX線的研究の一部として微結晶の配列分布とX線干渉環上の強度分布との關係に就ては櫻田、淵野兩博士の後、異なる假定の下に筆者の研究があり、又これと略々時を同じくし、然かも獨立に吳博士及び永田、柿木兩氏の研究がある。以下これに關して記す。吳教授等の得た關係式は櫻田教授等の環状繊維に對する式を螺旋状繊維の場合に擴張したものであり、これと別の假定より求めた筆者の式と一致しないのは寧ろ當然であるが、これより先き前二者と別の假定より求めた Kratky の式は筆者の式の極く特別の場合に相當するのである。従つて現在二様の式が存在することとなる。これら兩式は多くの場合定量的にも類似の結果を與へ、何れもこの方面の研究の發達に貢獻したのであるが、其後吳博士の精密なる實驗的検討の結果、筆者の式の方が一層實際に適合することが明かにされた。その實驗方法は既に本誌創刊號に吳博士によつて委しく記載されて居るからこゝにはこれを略し、又筆者の研究の對象とした範圍は他の場合よりも廣いから筆者のこの方面の研究をこの機會に總括的に報告したいと思ふ。

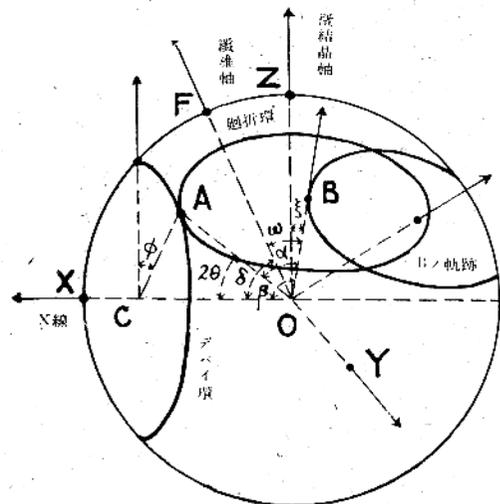
II 一般關係式

繊維内の微結晶の配列分布を示すには一つの單位球をとり、その中心に考へんとする總ての微結晶を廻轉することなく單に並行移動により持ち來り、微結晶の或る特定方向即ち微結晶の軸とも稱すべきものがこの球を貫く個々の點を記せばよい。然らば球面上に於けるこれらの點の密度 N によつて微結晶の配列分布を知ることが出来る。

繊維内に特定方向即ち繊維軸があり、繊維軸の周には微結晶は全く任意の配列をなすものとすれば密度即ち配列分布函數 N は繊維軸と各微結晶軸との間の角 ω のみの函數となる。

第1圖に示す如く單位球の中心を原點に持つ直角座標系 $O-XYZ$ をとり X 軸の方向に X 線を投じ、繊維軸 OF は XOZ 平面内にあるものとする。しからば O に於ける微結晶内の網面に

第 1 圖



より Debye 環 C は Bragg の式

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

を満足する様な場所にあらはれる。こゝに λ は投射X線の波長であり、 d は面間隔、 θ は閃角である。次に微結晶内の帶軸特に微結晶軸 OB を一次元の廻折格子と考ふれば強度最大の位置は

$$m\lambda = l(\cos \alpha - \cos \beta)$$

によつて與へられる半頂角 α を有する圓錐と單位球との交線なる圓 B となる。こゝに m はベクトルの次數、 l は恒同距離、 β は X 線の入射方向 OX と微結晶軸 OB との間の角である。圓 B と Debye 環 C との交點 A は閃角 θ と Polanyi の方位角 ϕ によつて決定し、點 B の極座標を ξ, η とすれば上式は

$$m\lambda = 2I\sin\theta \{ \cos\theta\cos\phi\cos\xi \\ + \cos\theta\sin\phi\sin\xi\sin\eta - \sin\theta\sin\xi\cos\eta \}.$$

點 B とは丁度強度最大が Debye 環上の一點 A (θ, ϕ) にある様な微結晶を代表する點である。

點 A を考ふるときは θ, ϕ は一定であり、上式はかやうな點 B の軌跡を與へる圓の式である。

この軌跡に沿ふ長さを ds とすれば

$$ds^2 = d\xi^2 + \sin^2\xi d\eta^2$$

であり、Debye 環上の一點 A (θ, ϕ) に於ける X線の強さ J は B の如き點の總ての數即ち $\int Nds$ に比例する。従つて

$$J = J_0 \int Nds. \quad (1)$$

こゝに J_0 は比例常數であつて、粉末法によつて得られる Debye 環の強さに影響ある諸因子例へば入射 X線の強さ、波長、構造因子、溫度因子其他を含むものである。

纖維軸 OF が入射 X線 OX に對して角 δ だけ傾斜して居るとすれば

$$\cos\omega = \sin\delta\cos\xi + \cos\delta\sin\xi\cos\eta.$$

上記の諸式を用ひ (1) を書き直し簡單にすれば

$$J = J_0 \cos A \int_{A+B}^{\pi-(A+B)} \frac{N(\omega)\sin\omega d\omega}{\sqrt{\cos^2 A \cos^2 B - (\sin A \sin B + \cos\omega)^2}} \quad (2)$$

こゝに簡單のため

$$\sin A = m\lambda/2I\sin\theta = md/nI, \pi/2 \gg A > 0 \quad (3)$$

$$\sin B = \cos\delta\sin\theta - \sin\delta\cos\theta\cos\phi, \\ \pi/2 \gg B \gg -\pi/2. \quad (4)$$

これが求めんとする一般關係式である。式中 $N(\omega)$ は微結晶配列分布函數、 ω は纖維軸と微結晶軸との間の角、 λ は入射 X線の波長、 θ は閃角、 d は面間隔、 I は恒同距離、 ϕ は Polanyi の方位角、 δ は入射 X線と纖維軸の間の角である。

帶軸を基として算へた微結晶の總數を N_0 とすれば

$$N_0 = 2\pi \int_0^{\pi/2} N(\omega)\sin\omega d\omega. \quad (5)$$

この特別の場合として次に簡單な二三の例を擧げよう。

(A) 最も簡單な場合として微結晶が全く無秩序の配列にある場合即ち $N(\omega) = N_0/4\pi$ なる一様な配布にあるときは

$$J = J_0 N_0 \cos A/4$$

J は ϕ に無關係となり豫期される如く Debye 環は一様な濃度である。

(B) 次に纖維軸の方向に X線が入射した場合を考へるに (4) に於て $\delta=0$ とおけば

$$\sin B = \sin\theta$$

となり、(2) は矢張 ϕ を含まないこととなる。

對稱性よりも明かにこの場合も Debye 環は一様な濃度である。

(C) 次に最も多く行はれる纖維軸と直角の方向に X線が入射した場合には (4) に於て $\delta=\pi/2$ とおけばよく

$$\sin B = -\cos\theta \cos\phi \quad (6)$$

となる。この場合は後に委しく取扱ふ。

III 單純纖維構造及び環狀纖維構造

傾斜投射の場合の簡單な例としては單純纖維構造及び環狀纖維構造の示す X線圖について (2) をあてはめて吟味すると共に實驗結果と比較して見よう。

(A) 單純纖維構造に對しては $\omega=0$ 及び $\omega=\pi$ 以外に於ては $N(\omega)=0$ であり、 $\omega=0, \omega=\pi$ の近傍では $2\pi \int N(\omega)\sin\omega d\omega = N_0/2$ である。従つて (2) は

$$J = \frac{J_0 N_0 \cos A}{4\pi} \times \left\{ \frac{1}{\sqrt{\cos^2 A \cos^2 B - (\sin A + \sin B)^2}} + \frac{2}{\sqrt{\cos^2 A \cos^2 B - (\sin A - \sin B)^2}} \right\}.$$

この式は

$$\sin A \pm \sin B = 0$$

のときのみ、即ち

$$m\lambda = \pm I \{ \sin 2\theta \cos\phi \sin\delta - (1 - \cos 2\theta) \cos\delta \} \\ = \pm I \{ \cos\eta - \cos\delta \}$$

のときのみ存在する。こゝに η は纖維軸 OF と Debye 環上の一點 OA との間の角である。このときは Debye 環は點となり、この點に於て強度は甚だしく大となる。この點の位置は上式より

$$\cos\phi = \tan\theta \cot\delta \pm \sin A / \cos\theta \sin\delta$$

によつて與へられる。

例 この結果を考へるについて行つた實驗結果と比較して見よう。苧麻は纖維素よりなる。纖維素は單斜晶系に屬し結晶面 (h, k, l) の面間隔 d は

$$d = \left\{ \frac{1}{\sin^2\beta} \left[\left(\frac{h}{a} \right)^2 + \left(\frac{l}{c} \right)^2 - \frac{2hl}{ac} \cos\beta \right] + \left(\frac{k}{b} \right)^2 \right\}^{-\frac{1}{2}},$$

で與へられ、微結晶軸は b 軸であるから

$$l=b, \quad m=k$$

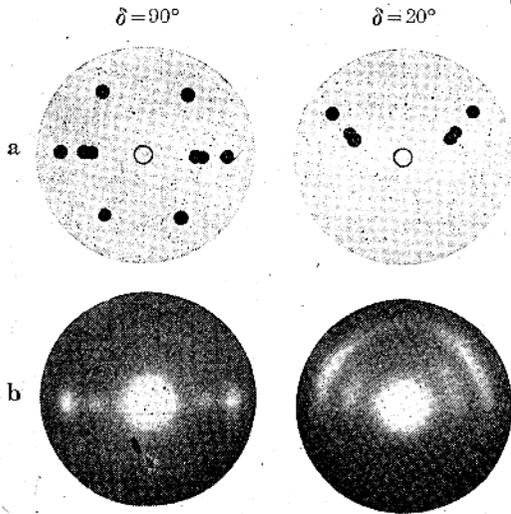
となる。Mark-Meyer等の結果によれば纖維素の單位胞は

$$a=8.3\text{\AA}, \quad b=10.3\text{\AA}, \quad c=7.9\text{\AA}, \\ a=\gamma=90^\circ, \quad \beta=84^\circ$$

である。苧麻に於ては微結晶軸は大體纖維軸に一致するから單純纖維構造をとるものとみなすことが出来る。

今垂直投射, 傾斜投射, 及び平行投射の場合即ち $\delta=90^\circ, 20^\circ, 0^\circ$ とし, Cu K α 線による干涉點を上式より計算すればその結果は第2a圖に示

第 2 圖



す如くであり, $\delta=0$ に對しては干涉點は現れない。尙同條件で實際求めたX線圖は第2b圖に示す如くであり, 試料にとつた纖維の纖維軸が互に十分平行でなかつたことを考慮すれば兩結果は一致するものと認めてよい。

(B) 環狀纖維構造に對しては $\omega \neq \pi/2$ 以外では $N(\omega)=0$ であり, $\omega \approx \pi/2$ 近傍に於ては $2\pi \{N(\omega) \sin \omega d\} = N_0$ であるから (2) は

$$J = \frac{J_0 N_0 \cos A}{2\pi \sqrt{\cos^2 A - \sin^2 B}}$$

となる。これは

$$\cos^2 A - \sin^2 B \gg 0$$

或は

$$\cot \delta \tan \theta + \frac{\cos A}{\sin \delta \cos \theta} \geq \cos \phi \\ \geq \cot \delta \tan \theta - \frac{\cos A}{\sin \delta \cos \theta}$$

の範圍内に於てのみ存在する。Debye 環の濃度最大及び最小の點の位置及び大きさは上式より

$\sin \phi = 0$ に於て

$$J_{max} = \frac{J_0 N_0 \cos A}{2\pi \sqrt{\cos^2 A - \cos^2(\theta \pm \delta)}}$$

$$\cos \phi = \tan \theta \cot \delta \text{ に於て } J_{min} = \frac{J_0 N_0}{2\pi}$$

である。

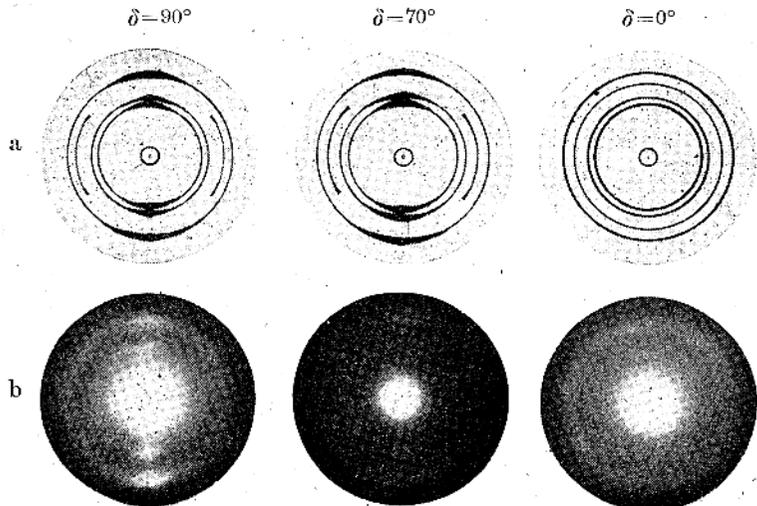
例 この結果を實驗の結果と比較して見よう。苧麻の纖維は單純纖維構造を示すから, これを一平面上に出来るだけ無秩序におき, 極少量のアラビヤゴムで附着し謂はゞ人工的の環狀纖維構造をつくり, この試料を用ひて, 垂直, 傾斜及び平行投射の場合即ち $\delta=90^\circ, 70^\circ$ 及び 0° に對する實驗結果と上式による計算値とを圖示すれば第3a, b圖の如くであり, 矢張り兩者は一致して居る。

IV 螺旋狀纖維構造

螺旋狀纖維構造に對して (2) を適用すると共に前節同様その結果を實際の場合にあてはめて實驗の結果と比較して見よう。

螺旋狀纖維構造に對しては $\omega = \pi/2$ 及び $\omega = \pi - \pi/2$

第 3 圖



以外では $N(\omega)=0$ であり, $\omega=\zeta$ 及び $\omega=\pi-\zeta$ の近傍に於ては $2\pi \int N(\omega) \sin \omega d\omega = N_0/2$ である. 従つて (2) は

$$J = \frac{J_0 N_0 \cos A}{4\pi} \times \left\{ \frac{1}{\sqrt{\cos^2 A \cos^2 B - (\sin A \sin B + \cos \zeta)^2}} + \frac{1}{\sqrt{\cos^2 A \cos^2 B - (\sin A \sin B - \cos \zeta)^2}} \right\} \quad (7)$$

こゝに角 ζ は螺旋角であり一定である.

Debye 環の現れる範囲及び濃度分布は (7) を吟味すればよいのであるが, 今は簡単のため垂直投射即ち $\delta=\pi/2$ で従つて (6) が成立する場合について考へて見よう.

J が存在するためには分母の平方根内が何れも負でない範囲に於てのみ, 即ちこの場合

$$\pm a + b \geq \cos \phi \geq \pm a - b$$

に於てのみ存在する. こゝに簡単のため

$$a = \sin A \cos \zeta / \cos \theta$$

$$b = \sqrt{\sin^2 A \cos^2 \zeta + \cos^2 \zeta - \cos^2 A} / \cos \theta$$

とおく. 又 Debye 環上濃度最大及び最小の位置は

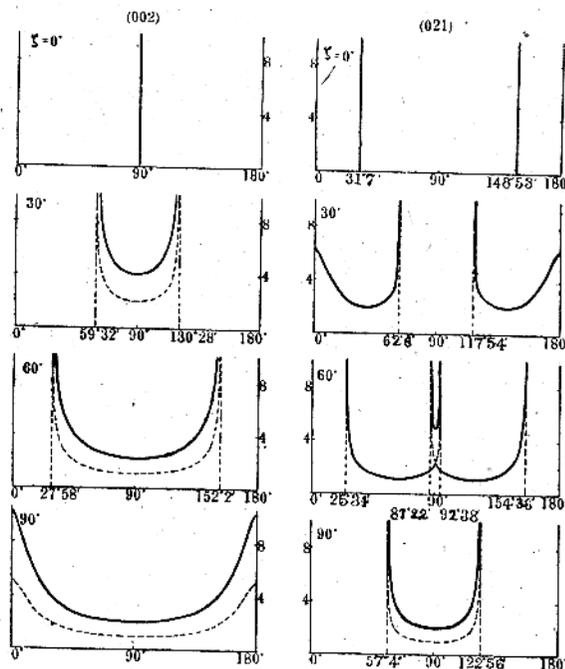
$$\sin \phi = 0 \quad \text{及び} \quad \cos \phi = \pm a.$$

これで螺旋状纖維構造の場合 Debye 環の現れる部分及び濃度の分布の大略が知られたのである. 次にこれを例示しよう.

第1例 Cu K α 線を用ひて纖維素の X 線圖を求めた場合に上式をあてはめて見よう. 主なる結晶面に對して計算すれば種々の纖維構造に對して第1表の如き數値が得られる.

なほ纖維素の X 線干涉圖中特に重要な結晶面 (002) 及び (021) に對する Debye 環上の強度分布を (7) より求むれば第4圖に示す如くである. この圖を見れば單純纖維構造のとき赤道面上に現れる斑點 (002) も螺旋状纖維構造に於て螺旋角 ζ が増すと共にその強度最大の點は次第に赤道面より離れ環状纖維構造になれば強度最大の點は遂に兩極にいたる. 尚 (021) 面に對する斑點についても螺旋角 ζ の變化と共に種々變化することが明かである. 従つて各面よりの廻折點が現

第 4 圖



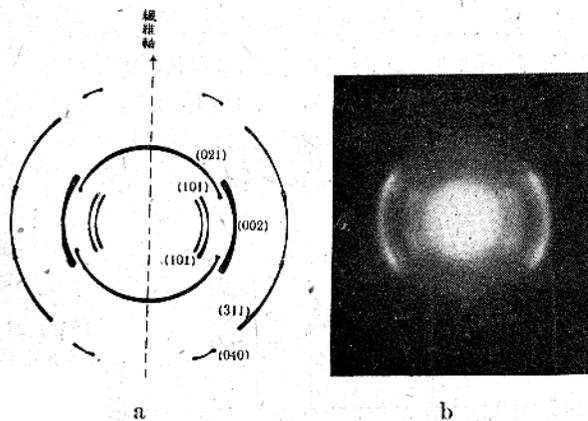
第 1 表 纖維素纖維

結晶面 (hkl)	閃角 θ	單純纖維構造 $\zeta=0^\circ$	螺旋状纖維構造						環状纖維構造		
			$\zeta=30^\circ$			$\zeta=60^\circ$			$\zeta=90^\circ$		
			ϕ_1	ϕ_m	ϕ_2	ϕ_1	ϕ_m	ϕ_2	ϕ_1	ϕ_m	ϕ_2
A ₁ (101)	7° 21'	90° 0'	59° 44'	90° 0'	120° 16'	29° 10'	90° 0'	150° 50'	0° 0'	90° 0'	180° 0'
A ₂ (101̄)	8° 10'	90° 0'	59° 40'	90° 0'	120° 20'	28° 58'	90° 0'	151° 2'	0° 0'	90° 0'	180° 0'
A ₄ (002)	11° 18'	90° 0'	59° 32'	90° 0'	120° 28'	27° 58'	90° 0'	152° 2'	0° 0'	90° 0'	180° 0'
A ₁₀ (004)	23° 4'	90° 0'	57° 5'	90° 0'	122° 55'	19° 44'	90° 0'	160° 16'	0° 0'	90° 0'	180° 0'
I ₅ (310) (311)	16° 56'	74° 27'	42° 27'	76° 34'	105° 52'	0° 0'	82° 18'	137° 52'	0° 0'	90° 0'	180° 0'
II ₁ (120) (021)	10° 13'	31° 7'	0° 0'	42° 9'	62° 6'	25° 34'	64° 39'	92° 38'	57° 4'	90° 0'	122° 56'
IV ₀ (040)	17° 24'	0° 0'	30° 0'	30° 0'	30° 0'	60° 0'	60° 0'	60° 0'	90° 0'	90° 0'	90° 0'

ϕ_1 : ϕ ノ最小値, ϕ_2 : ϕ ノ最大値, ϕ_m : J 最小ノ ϕ ノ値

れるそのX線圖に於ては螺旋角の變化と共に種々様子の異つた圖が得られる。 $\zeta=30^\circ$ に相當する纖維素の螺旋狀纖維構造のX線廻折圖を上記の計

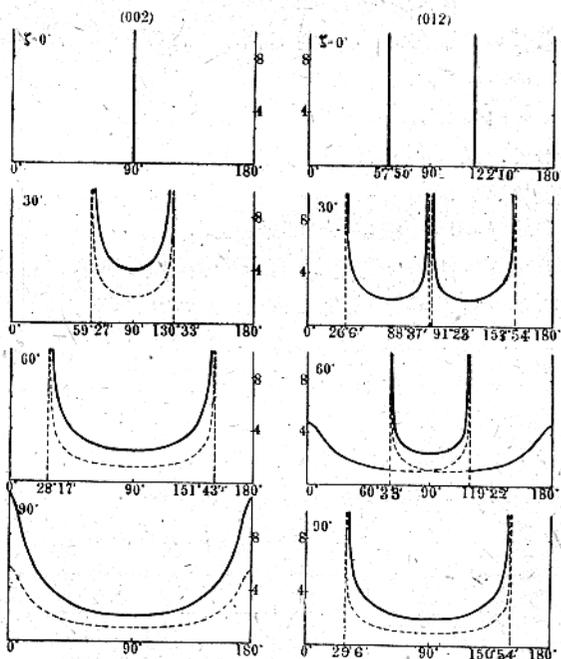
第 5 圖



をとつたもの)も微結晶軸は纖維軸と略一致し、そのまゝの状態では單純纖維構造を示す。然しこの場合その配列は苧麻程顯著ではない。第1例同様主なる結晶面に對し、單純、螺旋狀、環狀各纖維構造に對する Debye 環の現れる位置及び強度の最小値に對する Polanyi の方位角 ϕ を計算すれば第2表に示す如くである。

又特に重要な二結晶面 (002) 及び (012) につき Debye 環上の強度分布を計算すれば第6圖の如くであり、これらより描いた螺旋角 $\zeta=30^\circ$ なるときの螺旋狀纖維構造のX線干涉圖は第7a圖の如くである。又第1例同様纖維を垂直軸より 30° 傾けて廻轉しながら求めた絹フィブロイン纖維の

第 6 圖



算より求めると第5a圖に示す如くである。

先にも記した如く苧麻は單純纖維構造を示し纖維軸に垂直の方向にX線を投射すれば第2圖の如き單純纖維構造のX線圖が得られるが、これをX線の投射方向に垂直な軸に對して角 ζ だけ傾け垂直軸の周圍に廻轉しながらX線廻折圖を求めれば螺旋角 ζ なる螺旋狀纖維構造のX線圖が得られる筈である。第5b圖は $\zeta=30^\circ$ としたときの結果でありこれを第5a圖と比較するに互に一致せるを見る。

第2例 他の一例として絹フィブロイン纖維に對する結果を擧げよう。フィブロインも纖維素同様單斜晶系に屬しその單位胞は

$$a=9.7\text{\AA}, \quad b=7.0\text{\AA}, \quad c=8.8\text{\AA},$$

$$a=\gamma=90^\circ, \quad \beta=76^\circ$$

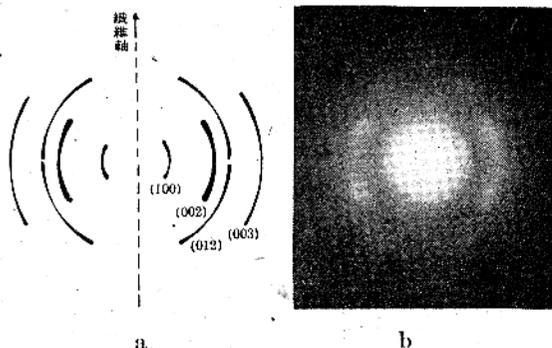
である。苧麻同様絹練絲(生糸よりセリシ

第 2 表 絹 フィ ブ ロ イ ン 纖 維

結晶面 (hkl)	閃角 θ	單純纖維構造 $\zeta=0^\circ$	螺旋狀纖維構造						環狀纖維構造		
			$\zeta=30^\circ$			$\zeta=60^\circ$			$\zeta=90^\circ$		
			ϕ_1	ϕ_m	ϕ_2	ϕ_1	ϕ_m	ϕ_2	ϕ_1	ϕ_m	ϕ_2
$A_1(100)$	$4^\circ 43'$	$90^\circ 0'$	$59^\circ 53'$	$90^\circ 0'$	$120^\circ 7'$	$29^\circ 40'$	$90^\circ 0'$	$150^\circ 20'$	$0^\circ 0'$	$90^\circ 0'$	$180^\circ 0'$
$A_4(002)$	$10^\circ 24'$	$90^\circ 0'$	$59^\circ 27'$	$90^\circ 0'$	$120^\circ 33'$	$28^\circ 17'$	$90^\circ 0'$	$151^\circ 43'$	$0^\circ 0'$	$90^\circ 0'$	$180^\circ 0'$
$A_6(003)$	$15^\circ 42'$	$90^\circ 0'$	$58^\circ 43'$	$90^\circ 0'$	$121^\circ 17'$	$25^\circ 54'$	$90^\circ 0'$	$154^\circ 6'$	$0^\circ 0'$	$90^\circ 0'$	$180^\circ 0'$
$I_4(012)$	$12^\circ 14'$	$57^\circ 50'$	$26^\circ 6'$	$62^\circ 32'$	$88^\circ 37'$	$0^\circ 0'$	$74^\circ 34'$	$119^\circ 22'$	$29^\circ 6'$	$90^\circ 0'$	$150^\circ 54'$

ϕ_1 : ϕ の最小値, ϕ_2 : ϕ の最大値, ϕ_m : ϕ の最小ノ ϕ の値

第 7 圖



螺旋狀纖維構造は第7b圖に示す如くである。絹練糸にあつては苧麻の場合程微結晶軸の方向が纖維軸の方向のみに向つて居らないから、その圖は明瞭でないが、第7a, b圖は互に一致して居るとみなすことが出来る。

螺旋角 ζ の決定：螺旋狀纖維構造に於て Debye 環の現れる範囲の兩端の Polanyi の方位角を ϕ とし、(4) よりこれに相當する角 B の値を B とすれば (7) より

$$\cos \zeta = \pm \cos(A \pm B_0)$$

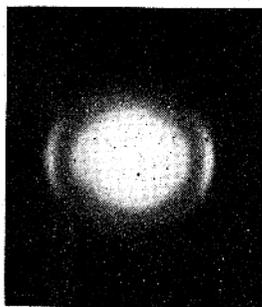
である。これより螺旋角 ζ は決定出来る。

特に垂直投射であつて且つ赤道面に現れる斑點に對しては上式に (3), (6) を用ふることにより螺旋角 ζ は簡単に次式で與へられる：

$$\sin \zeta = \pm \cos \theta \cos \phi$$

例 苧麻、絹練糸等はそのまゝの状態では單純纖維構造に近い微結晶の配列を示すのであり、螺旋狀纖維構造のX線圖は特に實驗的に求めたものであるが、第8圖に示す如く木綿は天然のまゝでも螺旋狀纖維構造を示すものである。これに上式を當嵌めて螺旋角を求めて見よう。木綿は纖維素よりなり (002) 面による干涉圖に對して Cu K α 線によれば $\theta = 11^\circ 18'$ であり、又圖より $\phi_0 = 59^\circ$ であるから上式により螺旋角 $\zeta = 30^\circ 20'$ となる。

第 8 圖



然し第8圖も第5圖と細く比較すれば赤道面上の斑點に於

て強度最大的位置が Debye 環の端に存在しない所よりみれば簡單な螺旋狀纖維構造ではなく微結晶はある範囲内に配布して居るものと考へられる。

纖維素、絹フィブロインなどを一度分散せしめ再び凝固せしめて纖維とした人造絹糸、再生絹糸其他の合成纖維などは紡糸條件によつて上記の種々の纖維構造が重疊したものとなる。従つて以下これら一般的のものを取扱ふ。

V 一般の纖維構造^{3) 8)}

纖維内の微結晶の配列分布とそれに基づく Debye 環上のX線の強度分布との關係は (2) によつて與へられるものであるが、實際の場合にあてはめるにはこの積分を實行し取扱ひ易い形にする必要がある。

先づ微結晶の配列分布函數 $N(\omega)$ を考へるにこれは球面上で與へられるものであるから 2π なる周期のあることは明かであり又多くの場合軸對稱の外、赤道面に對しても對稱である。即ち

$$N(\omega) = N(\pi - \omega)$$

である。従つて

$$N(\omega) = \sum A_j \cos^2 j \omega \quad (8)$$

の如く展開することが出来る。これを (2) に代入して積分すれば

$$J = J_0 \cos A \sum A_j \theta_j(\phi) \quad (9)$$

こゝに

$$\theta_j(\phi) = (\cos A \cos B)^{2j} \int_0^\pi (\cos \omega - \tan A \tan B)^{2j} d\omega$$

或は

$$\theta_j(\phi) = \pi \cos^{2j} (A - B) \sum_{i=0}^{2j} (-1)^i \times \frac{(2i)! (2j)!}{2^i (i!)^2 (2j-i)!} \left[\frac{\cos A \cos B}{\cos(A - B)} \right]^i \quad (10)$$

となる。特に $m=0$ なる場合には上式は簡單になり

$$\theta_j(\phi) = \pi C_j \cos^{2j} B \quad (11)$$

こゝに

$$C_j = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi \cos^{2j} \omega d\omega = \frac{(2j)!}{2^{2j} (j!)^2}$$

C_j の初め數項に對する値は第3表に示す如くであり、 $j \gg 1$ の場合には

$$C_j \approx 1/\sqrt{\pi j}$$

で與へられる。(5) に相當し微結晶の總數を與へ

第3表 C_j の値

j	C_j	j	C_j
0	1.0000	6	0.2257
1	0.5000	7	0.2095
2	0.3750	8	0.1965
3	0.3125	9	0.1855
4	0.2734	10	0.1762
5	0.2461	11	0.1682

る式は

$$N_0 = 2\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} N(\omega) \sin \omega \, d\omega = 4\pi \sum_j \frac{A_j}{2j+1} \quad (12)$$

である。

$N(\omega)$ が與へられた時に Debye 環上の強度分布 $J(\phi)$ を求めるには、先づ $N(\omega)$ を $\cos^2 \omega$ の冪級数に展開しその係数 A_j を求め、次に (3), (4) より A, B を求めこれを (9), (10) に代入すればよい。垂直投射の場合 B は (6) によつて與へられ式は簡単となる。

これに對する實例は次節に示す。

$N(\omega)$ の特別の場合として (8) に於て $j=1$ の項のみをとれば (9), (12) より

$$N(\omega) = \frac{3N_0}{4\pi} \cos^2 \omega,$$

$$J(\phi) = \frac{3N_0 J_0}{8} \cos A \{ \cos^2 A - (1 - 3 \sin^2 A) \sin^2 B \}$$

特に垂直投射のときは $\sin B$ は (6) で與へられるから微結晶の配列分布と Debye 環上の強度分布とは同一函数即ち餘弦函数の自乗で現される。然し一般には $N(\omega)$ と $J(\phi)$ の函数の形は異なる。

VI 微結晶配列分布函数の決定¹⁰⁾

本節に於ては今迄記したとは全く反對の場合を取扱ひ、便宜上垂直投射とする。

今一つの X 線廻折圖が與へられたとし、この中の任意の Debye 環 (θ :一定) に沿ふ黒度を測微光度計又は測微濃度計によつて測定し、更に半径の方向の黒度も測定、これより一般 X 線による黒度を除き Debye 環上の眞の黒度 S が得られたとする。黒度と X 線の強さとの關係は知られて居り、黒度があまり大でないときは黒度は X 線の強さに比例する。今簡單のためかやうな場合としその比例常數を κ とする。しからば (9) より

$$S = \kappa J = \kappa J_0 \cos A \sum_j A_j \phi_j(\phi). \quad (13)$$

ϕ_j が ϕ_μ ($\mu=1, 2, 3, \dots$) のときの黒度 S を S_μ ($\mu=1, 2, 3, \dots$) とすれば

$$S_\mu = \kappa J_0 \cos A \sum_j A_j \phi_j(\phi_\mu)$$

となり、これは未知數 $\kappa J_0 A_j$ に關する聯立一次方程式である。これを解けば

$$A_0 : A_1 : A_2 : \dots$$

なる比が得られ、任意の比例常數を K とすれば $A_0 K, A_1 K, A_2 K \dots$ などの値が決定出来る。(12) の兩邊に K を乗すれば

$$N_0 K = 4\pi \sum_j A_j K / (2j+1). \quad (14)$$

これより未知の比例常數 K は決定出來、從つて A_j は定まる。 A_j が定まれば (8) より微結晶の配列分布函数 $N(\omega)$ は決定出来る。

赤道面に現れる斑點即ち $m=0$ に相當する干渉圈に對しても上記の方法を用ふればよいのであるが、この場合配列分布函数の項數を出来るだけ少くし、しかもよい近似値を得るためには次の如くするのが便利である。即ち $\phi=0$ の近傍の S の値を S_0 とし次に $\log(S-S_0)$ と $\log \cos^2 B$ との間の曲線を求め、その $\phi=0$ に近い直線部分の傾斜及び S 軸を切る點より j_1 (但し j_1 は整数) 及び $\log S_{j_1}$ を求め、更に $\log(S-S_0-S_{j_1} \times \cos^{2j_1} B)$ と $\log \cos^2 B$ との間の曲線を求め同様のことを繰返す。かやうにすれば黒度 S を表す式として

$$S = S_0 + S_{j_1} \cos^{2j_1} B + S_{j_2} \cos^{2j_2} B + \dots \quad (15)$$

を得る。これを (13) の $m=0$ の場合即ち

$$S = \kappa J_0 \pi \sum_j A_j C_j \cos^{2j} B$$

と比較するに

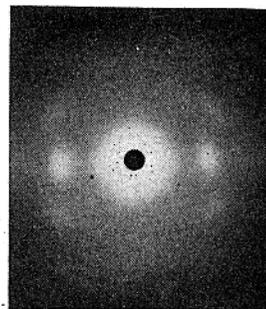
$$S_{j_p} = \kappa J_0 \pi C_{j_p} A_{j_p}. \quad (16)$$

從つて A_{j_p} の比を知ることが出來、先の一般の場合と同様にして未知の比例常數を決定し A_{j_p} を知る。

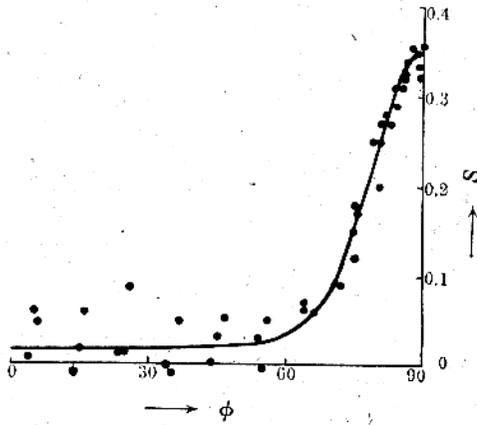
第9圖

尙單に分布を知ればよいときには $N_0=1$ とする。

第1例 上記の方法を實際にあてはめた例を示す。第9圖は Cu K α 線による再生絹糸の X 線干渉圖である。再生絹糸



第 10 圖



に於てはその單位胞は絹フィブロインの單位胞と同一である。第10圖は (002) に對應する Debye 環の 1 象限の測微濃度曲線である。但し 4 象限に對する測定値の總てをこの 1 象限にあつめたものである。この $S-\phi$ 曲線に對し前記の方法を適用すれば (15) に相當する式として

$$S=0.022+0.053 \cos^4 B+0.275 \cos^8 B$$

を得、これに (16) を用ふれば

$$\frac{0.022}{A_0} = \frac{0.141}{A_2} = \frac{2.012}{A_{17}} = K$$

となり (14) より

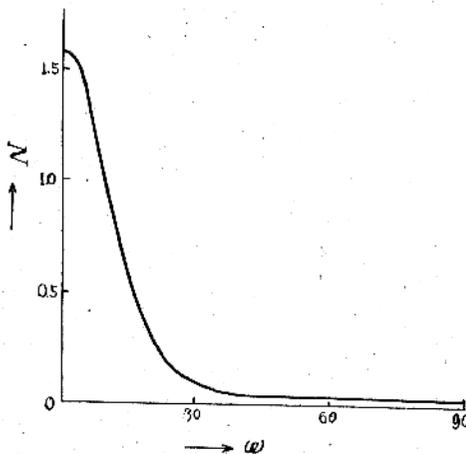
$$K=1.366$$

を得る。従つて微結晶配列分布函數として

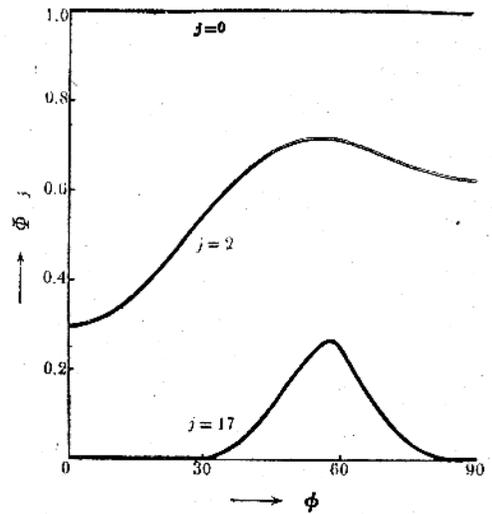
$$N(\omega)=0.0161+0.1032 \cos^4 \omega+1.470 \cos^8 \omega$$

を得る。これは第11圖に示す如き曲線である。

第 11 圖

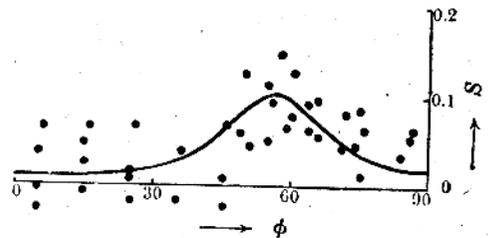


第 12 圖



第2例 (hkl) に於て $k=0$ なる如き結晶面による廻折環に對しても上記の方法は用ひられ例へば第9圖に於ける (012) 面に對する Debye 環の黒度分布から配列分布函數 $N(\omega)$ を求めることが出来る。しかしこゝにはこれを略し、前節に實例を示さなかつたからこの例として、こゝに配列分布函數 $N(\omega)$ として上式を用ひ、これより Debye 環上の黒度分布を求めこれを測定値と比較する。これには先づ (10) により $j=0, 2, 17$ に對する $\phi_j-\phi$ 曲線を求めこれを圖示すれば第12圖の如くなる。この圖と (13) とより $(S/K')-\phi$ 曲線が得られる。こゝに K' は比例常數である。 K' を適當に撰べば第13圖の實線の曲線が得られる。點にて示した測定値の誤差が非常なるため明確なことは主張し得ないが先づ一致して居ると見てよからう。

第 13 圖



VII 微結晶の配列度¹¹⁾

以上の記載によつて微結晶の種々の纖維狀配列によるX線干渉圖が如何なるものであるか、又X

線干渉圖より微結晶の配列を決定するには如何にするかを記し終つたのであるが、微結晶の配列分布と他の量例へばその繊維の強度、伸度及び有機繊維の場合には屈折率、膨潤度、染色性など、又金属繊維の場合にも電気伝導率、熱傳導率など諸量との關係を求めたいことが多々ある。これらの場合定量的には $N(\omega)$ 即ち A_j を悉知することが必要であらうが、1個又は2個の数値を以て繊維内の微結晶の配列分布の大體の様子を示すことが出来れば、繊維の諸性質と微結晶の配列との間の大體の傾向を示す上に實用上便利である。

今微結晶の配列分布函数 $N(\omega)$ を基として、微結晶の配列の特性を表すべき二三の量を挙げよう。 ω は先きにも記した如く繊維軸と微結晶軸の間の角である。便宜上 $N_0=1$ とする。

(A) 先づ微結晶の配列の全く無秩序の部分 E と多少共配列した部分 D とを區別する。従つて $E+D=1$ であり、(8)、(12) より

$$E=4\pi A_0$$

故に $D=1-4\pi A_0$ 。

D に依つて多少共配列した微結晶の多寡を示すことが出来る。

(B) 次に配列した微結晶の分布状態を幾分にも定量的に示すには $N(\omega)$ の函数の形が影響して來るのであつて、この形によつて適當な量を選ぶべきである。螺旋狀纖維構造の場合螺旋角などもその一つであらう。しかし(8)の A_j 中に負数が存在しないときは纖維は單純纖維類似の構造を示し $N(\omega)$ は $\omega=0^\circ$ に於て最大となり次第に減少して $\omega=90^\circ$ に於て最小となる。かやうな場合 $\omega=0$ のときの $N(\omega)$ の値を P とすれば

$$P=\Sigma A_j$$

P が大なる程微結晶は單純纖維構造により近い配列をなす。

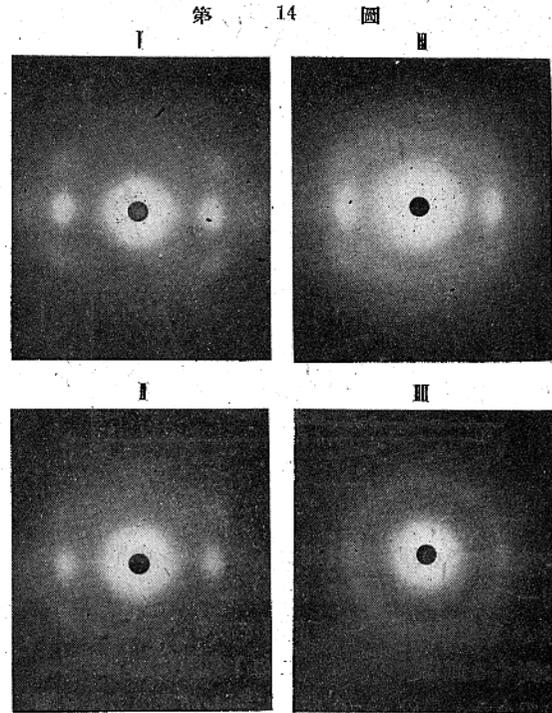
(C) $N(\omega)$ が $P/2$ の値をとるときの角を θ とすれば

$$P/2=\Sigma A_j \cos^2\theta$$

或は $\Sigma A_j (1-2\cos^2\theta)=0$

この θ は $N-\omega$ 曲線の圖上容易に求めることが出来、 θ が小なる程微結晶の配列は單純纖維構造に近い。

(D) 又上記の θ を用ひ



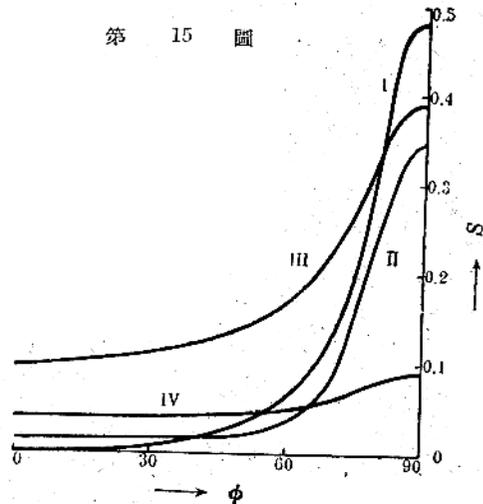
$$\Pi=(90^\circ-\theta^\circ)/90^\circ$$

なる量を導入することが出来る。 Π が大なる程微結晶の配列は平行であり、單純纖維構造に近い。

D, P, θ, Π は何れも微結晶の配列度を表す諸量である。次にその實例を示す。

例 延伸度を種々に變化し緊張紡糸を行つて得た4種の再生絹糸についてこれらの配列度を表す数値を比較して見よう。4種の再生絹糸 I, II, III, III の X線圖は第14圖に示す如くであり(002)面の斑點に沿ふ測微濃度曲線は第15圖に示

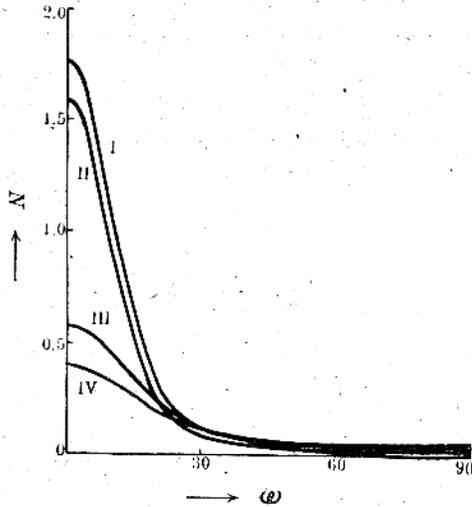
第 15 圖



第 4 表 再生絹糸内微結晶の配列度

種類	D	P	θ	H	H/2	H'
I	1.00	1.76	12°	0.87	13°	0.86
II	0.80	1.59	12°	0.87	14°	0.85
III	0.54	0.58	18°	0.80	17°	0.81
III	0.28	0.40	20°	0.78	35°	0.61

第 16 圖



す如くである。これに對し前節の方法によつて求めた配列分布函数を圖示すれば第16圖の如くである。これに上式を適用して配列度 D, P, θ, H を求むれば第4表に示す如くである。

尙微結晶が完全な單純纖維構造をなすときは $D=H=1, P=\infty, \theta=0$ である。

配列度を表す上の諸量は微結晶の配列を表す $N(\omega)$ を基として定義したのであるが、これまで多くの人々は直接微結晶の配列を求めず微結晶の配列と密接な關係にある諸量を測定し、その特徴ある二三の測定値を用ひて間接に配列度なるものを定義した。その例としては R. Morey¹²⁾ の纖維に附着せる染料の螢光偏光度によるもの、W. A. Sisson¹³⁾ 及び G. L. Clark¹⁴⁾ や吳、久保兩博士の X 線干涉による Debye 環上の斑點の擴りによるものなどを擧げることが出來よう。

これらの定義による配列度とこゝに記した配列度との關係を各について記すことは出來ないが、吳、久保兩博士の定義によるものは X 線干涉圖を用ひたものであり、本報文にも關係があるから、

比較のため次にその値を求めて見よう。筆者が θ を定義するに $N-\omega$ 曲線(第16圖)を用ひたに對し、吳、久保兩博士は角 $H/2$ を定義するに X 線の濃度分布曲線即ち $S-\phi$ 曲線(第15圖)をそのまゝ使用しその定義の方法は全く同様である。又筆者が θ より H を定義したと同く同様に $H/2$ より平行度 H'

を定義したのである。従つて

$$H' = (90^\circ - H^\circ/2)/90^\circ.$$

これを實際第15圖の結果にあてはめれば第4表の數値が得られる。 H' 及び H の値を比較するに微結晶の配列が單純纖維構造より相當遠ざかつて居る再生絹糸 III を除けば大體同様の數値を與へ微結晶の配列度(又は平行度)を示すに H よりも測定が遙かに容易な H' を實用上は使用し得ることを示すものであり、上記の結果は吳、久保兩博士の定義による平行度 H' に理論的根據を與へたものと見ることが出来る。

VIII 結 言

最後に取扱つた範圍について一言して置こう。本報文に於ては微結晶軸の周圍に微結晶が全く無秩序の配置をとり、これがまた纖維軸の周圍に軸對稱の配列をなす一般の場合を取扱つたのであり、微結晶軸が纖維軸の周圍に軸對稱の配列をしない、より高度の配列度を有する場合が残つて居る。この場合も廣義の纖維構造の範圍内にあるも一般の纖維といふ概念とは相當趣を異にするものであるから、かゝるものは除外した。又上記の式の適用範圍は有機纖維にのみ限定されたものではないが、天然有機纖維や特に人造有機纖維にこれをあてはめるとき輝しい結果を示すものであつて、X線による微結晶の配列分布の研究は實用上人造纖維紡糸工程の改良に重要な示唆を與へたものである。従つて本報告に於ても實例は總て有機纖維のみに限つた。

尙吳博士等も既に言及された如く Kratky⁵⁾ の式は筆者の式の特別の場合に相當するのであり、このことは其後 Kratky 自身も報告して居る。こゝに筆者の式との關係を明かにして置こう。筆者の式(2)の特別の場合なる螺旋狀纖維構造の

式(7)に於て特に垂直投射の場合($\delta=\pi/2$)であつて、然かも赤道面に現れる斑點($m=0$)に對する式を求めれば

$$J = \frac{J_0 N_0}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{\sin^2 \zeta - \cos^2 \theta \cos^2 \phi}}$$

を得る。これが即ち Kratky⁶⁾の式なのである。

参 考 文 献

- 1) 櫻田, 淵野: 理研彙報, **12**, 709 (昭8, 1933)
- 2) 淵野: 理研彙報, **13**, 1187 (昭9, 1934)
- 3) 俣野: 工業化學雜誌, **39**, 974 (昭11, 1936)
- 4) 吳, 柿木, 永田: 日本學協報告, **12**, 128 (昭12, 1937)
- 5) 吳, 永田, 柿木: *Bull. Chem. Soc. Japan*, **13**, 198 (1938)
- 6) O. Kratky: *Koll. Zeit.*, **64**, 213 (1933)
- 7) 吳: *Bull. Chem. Soc. Japan*, **15**, 239 (1940)
- 8) 俣野: *Proc. Phys. Math. Soc. Japan*, **21**, 4 (1939)
- 9) 俣野: 工業化學雜誌, **39**, 977 (昭11, 1936)
- 10) 俣野: 工業化學雜誌, **40**, 790 (昭12, 1937)
- 11) 俣野: 工業化學雜誌, **41**, 50 (昭14, 1939)
- 12) D. R. Morey: *Text. Research*, **3**, 325 (1933)
- 13) W. A. Sisson, G. L. Clark: *J. Ind. Eng. Chem.*, **25**, 296 (1933)
- 14) 吳, 久保: 工業化學雜誌, **39**, 929 (昭11, 1936)
- 15) O. Kratky: *Öster. Chem. Zeit.*, **8**, 1, (1939)

月長石の超顯微鏡的葉片構造について*

東京帝國大學理學部 礦物學教室 伊藤 貞 市
澤 田 弘 貞

(昭和十七年十月十五日受領)

緒 論

著者の一人は數年前朝鮮明川産の月長石をX線を用ひて研究し、其の結果次の結論に達した。即ち月長石は加里長石と曹達長石の夾雜構造を示し、單一均質の長石ではないことは從來考へられた如くであるが、此の兩成分長石は共に單斜晶系に屬するものであり、こゝに古くから種々の根據により假設的に考へられた單斜晶系に屬する曹達長石の存在を實驗的に確定し得たと筆者はしたのである。然るにその後ChaoとTaylorは加里曹達長石の葉片構造を研究し、⁽²⁾筆者の扱へる材料と同じと推定される材料を用ひ、筆者の實驗を繰返へした所、月長石は加里長石(單斜)と三斜晶系に屬する曹達長石の微細葉片構造にて、後者はペリクリン式双晶をしてゐるとの説明で彼等の實驗及び筆者の實驗を、より簡単に明快に説明し得るとし筆者の結論と異なる結論に達した。

この疑點を明かにするために筆者等は最近更に多くの實驗を繰返へした。ChaoとTaylorは全く結晶廻轉法のみによつてゐるが筆者等は今回も同方法と共にX線測角機を出来るだけ利用した。蓋しこの種の錯雜せる問題に於ては結晶廻轉方法のみでは決定的の結果を得ることは殆んど不可能であるからである。

この研究の結果を概説すると、⁽³⁾月長石の構造に就いての著者の一人及びTaylor等の得た結論は共に誤謬ではないが、月長石はしかく簡単な構造のものでなく加里長石(單斜)と共に單斜曹達長石、ペリクリン双晶をなせる三斜曹達長石が共に存在し、然かも後者は一種類であることは稀で、多くは二種類、時に三種類の三斜曹達長石から成立してゐるのである。即ちこの研究の結果月長石

は三種乃至五種の長石の超顯微鏡的葉片構造を持つてゐるといふ事實が発見されたのである。

理論的考察

この種の問題を扱ふには筆者の一人が前に採用し、更に別稿に於いてより廣汎な問題でその有用性を示すであらう如く、⁽⁴⁾Ewaldの逆格子の概念によるのが最も明快である。

結晶廻轉法による月長石のX線寫眞を検するに、b軸を廻轉軸としたものに於ては斑點はすべて各横線の上に完全に並ぶ。

この事實から月長石を構成してゐる二種(或は二種以上)の長石はb軸の長さや方向を全く等しくする。之を逆格子の概念で表現すると逆格子の $a_0^* c_0^*$, $a_1^* c_1^*$, $a_2^* c_2^*$ 面等は各長石を通じそれぞれ完全に重なつてゐると言ふことが出来る。従つて若しそれらの長石がことごとく單斜長石であれば逆格子の b^* 軸の長さも(方向も)互に等しいが若しその中に三斜長石が混在するとすればその逆格子の b^* 軸は必ずしも互に等しくなく又方向も一致しない。更にそれらの三斜長石が双晶をしてゐるとすればアルバイト双晶ではなくペリクリン双晶でなければならぬ。アルバイト双晶はb(010)面に直角の軸を双晶軸とするのであるから逆格子で考へると逆格子の b^* 軸を双晶軸とする双晶である。三斜晶系の結晶を b^* 軸で双晶せしめると $a^* c^*$ 各面($a^* c^*$ は b^* に直交しないから)それぞれ二つに分れて互に一致することはない。之に反しペリクリン双晶はb軸を双晶軸とする。云ひ換へると逆格子の $a^* c^*$ 面に直角の軸を双晶軸とするから従つて各長石の $a^* c^*$ 各面のうち $a_0^* c_0^*$ 同士は互に重なり、 $a_1^* c_1^*$, $a_2^* c_2^*$ 等は一般的にそれぞれ平行となるべきであるがこの場合b軸等長の事實によつて之等も互に重なるのである。そこで月長石の場合は逆格子の $a^* c^*$ 各面(0面, 1面等)を調べれば構成長石の格子

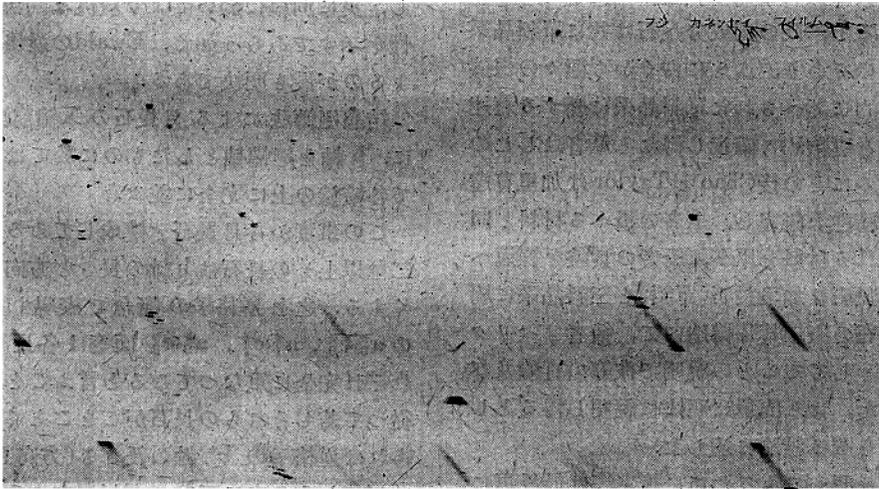
*この文を、この問題の最初の研究者にして有名な劃期的結果を挙げられ、先般退職せられた東北帝國大學名譽教授津津俣先生に捧ぐ。

の性質及びその互の關係が判明するのであらう、それにはb軸を迴轉軸とするWeissenbergの寫眞をとればよい。特にBuergerの方法に従つて等傾寫眞を各層についてとれば所期の目的を達する事が出来る。蓋し、Buergerの等傾寫眞は逆格子の格子面を忠實に反映するからである。

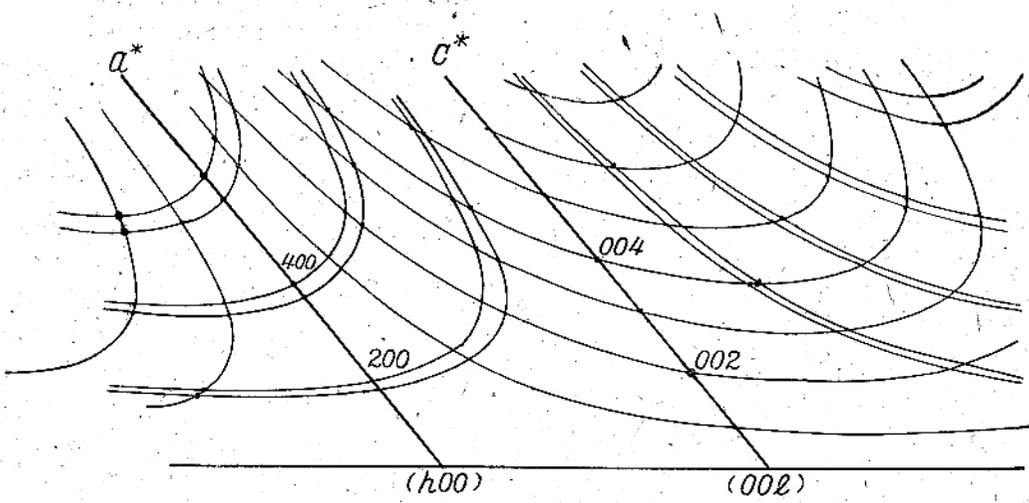
實驗(1) b軸回轉のWeissenberg寫眞0層

月長石のb軸回轉0層のWeissenberg寫眞は第1圖の如くである。第1圖はそれをたどり指數を示してある。更に第1圖は逆格子の0面に直して示されてある。この寫眞から我々の知り得る

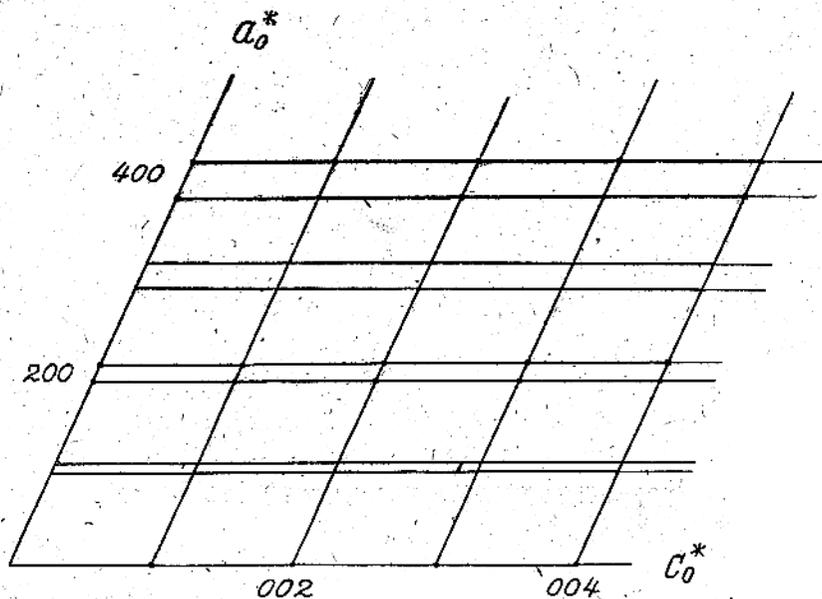
ことは月長石は少くとも二つの長石から構成されてゐること及びこの二つの長石は逆格子の a^* 軸と a^* 軸、又 c^* 軸と c^* 軸がそれぞれ一致するやうな方位を示し(即ち β^* は互に等し)、その上 c^* 軸は互に單位の長さが等しいといふことである。然しこの寫眞の上で兩長石が單斜か三斜か、又三斜の場合單晶か双晶かを決定することは出来ない。結晶回轉軸が双晶(若しありとするも)軸なるb軸と一致してゐるb軸で双晶せしめて(180°回轉せしめて)も逆格子の a^* c^* (b軸に直角)は一致するから双晶の効果は寫眞に現はれないのである。



第1圖 a. 月長石のワイゼンベルグ寫眞。b軸回轉0層 $CoK_{\alpha, \beta}$, K_{β} を濾過せざるため一般に各點は4點に分裂するを見る。則ち加里長石 ($K_{\alpha, \beta}$), 曹達長石 ($K_{\alpha, \beta}$) 各二點なり。



第1圖 b. 第1圖aを引寫し格子曲線を記入し、主なる面符號を記す。

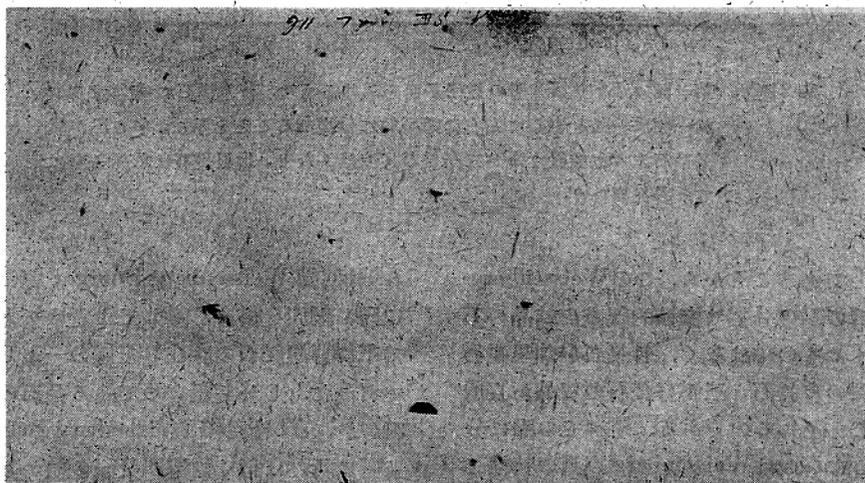


第1圖c. 第1圖a, bより逆格子を導けるもの. a^* 軸に於て逆格子恒数長きものが曹達長石, 短きものが加里長石に相當す.

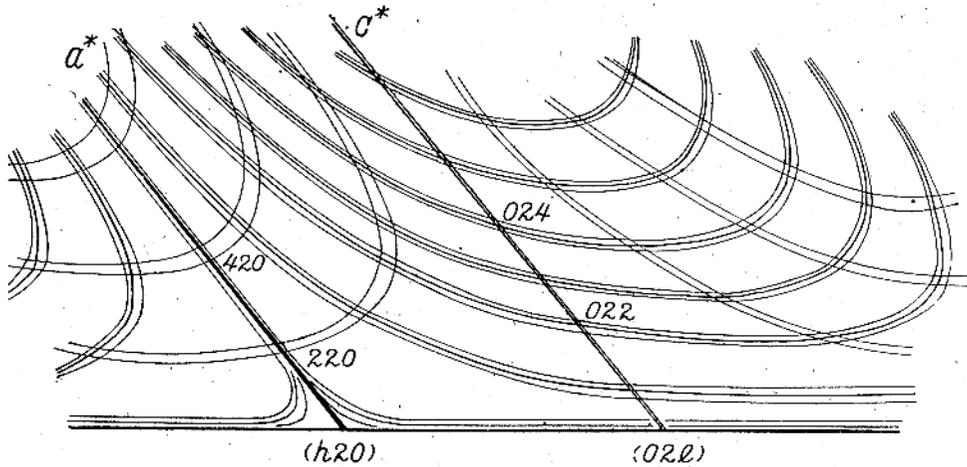
實驗(2) b軸回轉のWeissenberg寫眞(上層)

b軸上層のWeissenberg-Buerger寫眞を撮ると0層で未決定のことが直ちに判明する. 單斜結晶であれば c^* 軸及び a^* は共に中央格子線として, 回轉軸を貫くから寫眞上にはその上の斑點は直線上に並ぶであらうが三斜結晶であればそのことなく α 及び γ 軸角の 90° より去る程度に従つて a^* 上又は c^* 上の斑點は一つの曲線の上に並ぶであらう.

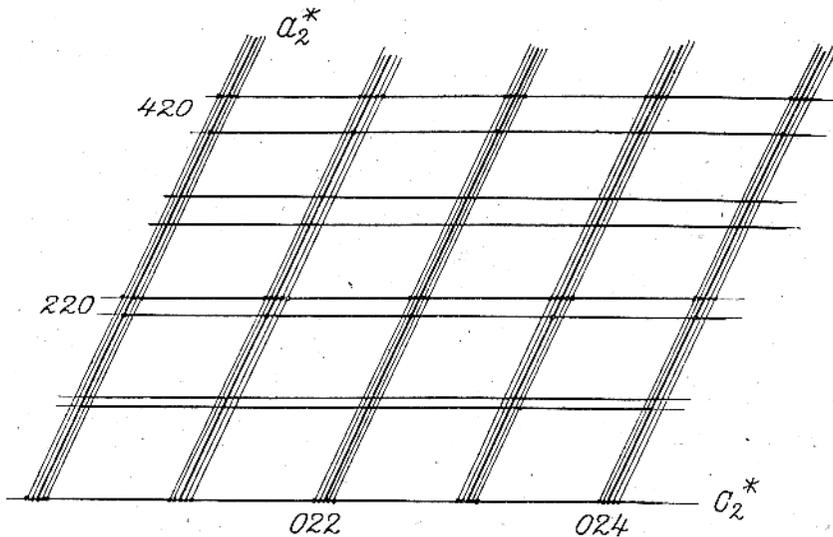
第2圖a, bは第2層のWeissenberg-Buerger寫眞である. 第2圖cはそれを逆格子面に作圖したものである. これから認め得ることは c^* 軸上ではあまり隙かではないが a^* 上では隙かに曹達長石に相當する斑點の或者が五點に分裂し, 中央のものは加里長石の同一線の上に載り, 他の點はそれに對し二點づゝ位置強さ共に對稱的關係にある. これは加里長石の斑點が分裂せず, 標準點となつてゐること又分裂した各點の輪廓が分裂せざるも



第2圖a. 月長石のワイスンベルグ寫眞. b軸回轉第2層, Co , Ka , O 層に於て單點なりしものに呼應する點が更に複雑なる分裂を示すものあり.



第2圖b. 第2圖aを引寫し格子曲線を記入し主なる面指數を記す.

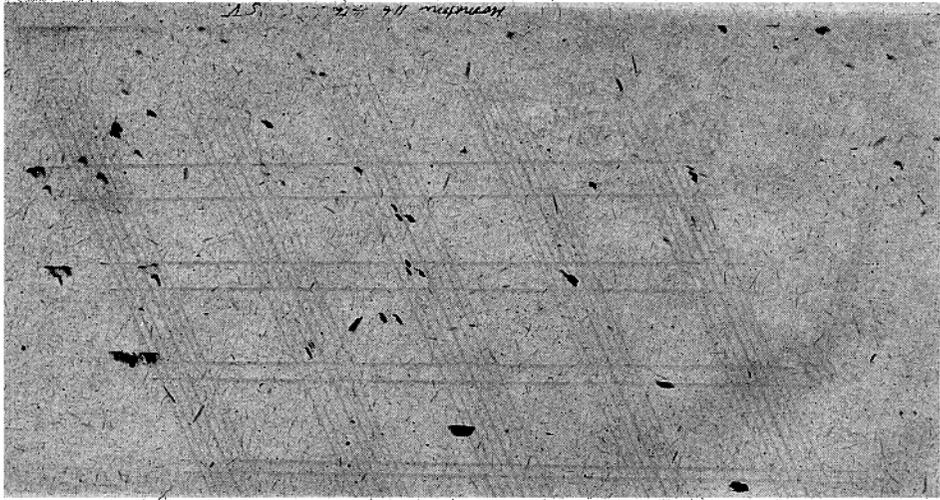


第2圖c. 第2圖a, bより第2層の逆格子面を導けるもの. 曹達長石に相當する點が一般に一點を中心左右に對稱的に分裂せることを示す. 中心點が單斜長石左右に位置するが三斜長石(雙晶)なり. 加里長石は依然一點にて單斜長石なり.

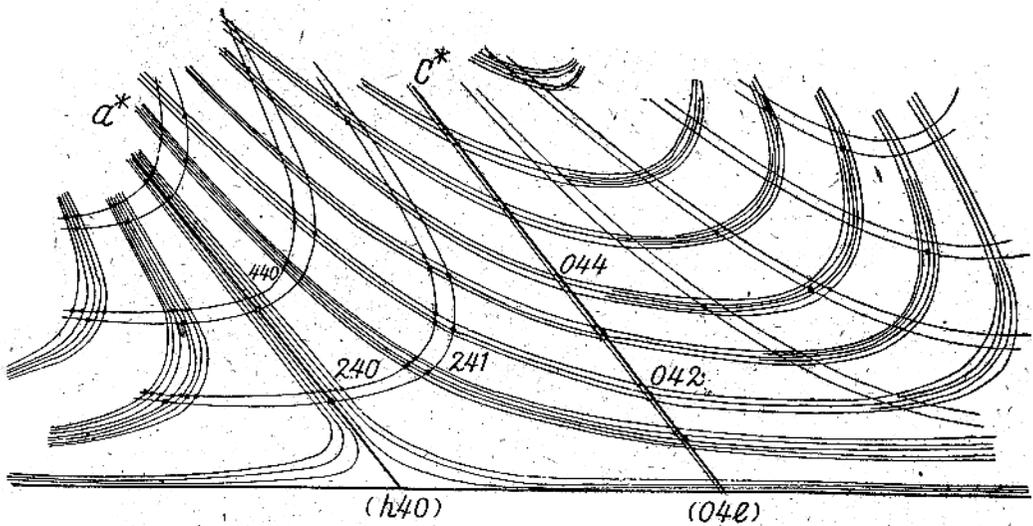
のと全く同じであることから、このWeissenberg-Buerger 寫眞の點の分裂は機械的誤差や結晶の不完全に原因するものではなく、月長石が加里長石(單斜)と單斜の曹長石と三斜曹長石の雙晶から成立してゐることを知るのである。すべての點に分裂が起つてゐないのはWeissenberg 寫眞の特性として中央線から離れると分解度が低いからである。組合つてゐる格子が共に單斜晶系のそれであれば、格子恒數の相違による二重點のみであるか

らb軸回轉 Weissenberg-Buerger 寫眞から各層共に同じ網面を得る。そして筆者の一人が先の論文で單斜曹達長石の存在の證據の一としたのがそれであつた。しかし組合つてゐる長石の中に三斜長石があればb軸回轉 Weissenberg-Buerger 寫眞の上層に行けば行く程單斜長石の線から離れて行くであらう。

それで第4層の寫眞を第3圖a, bに示す。第3圖cは逆格子面 $a_4^* c_4^*$ である。こゝでは曹達長石の



第3圖 a. 月長石のワイゼンベルグ寫眞. b軸回轉
第4層, Co Ka. 分裂狀況は第2層の場合より更に顯著なり.



第3圖 b. 第3圖 aを引寫し, 格子曲線を記入し主なる面指數を記す.

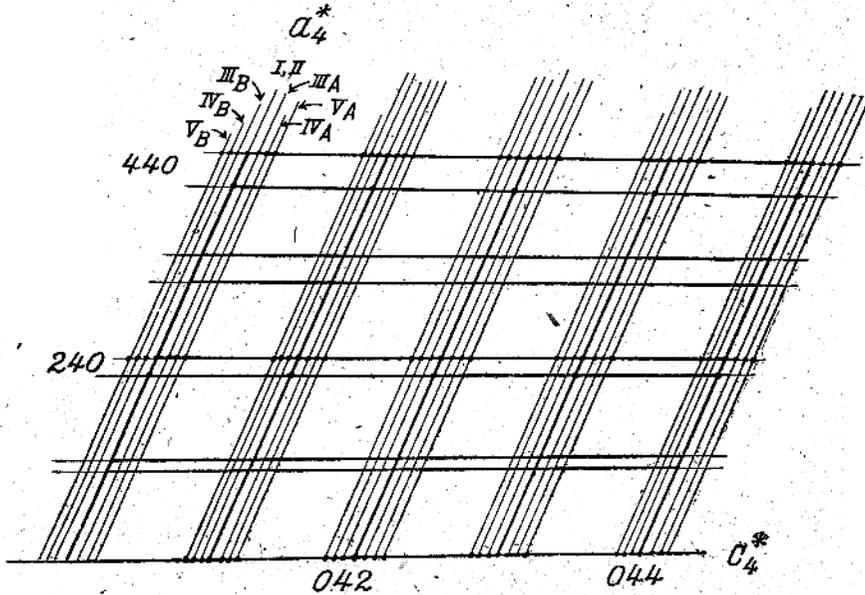
反射はより明瞭なる分裂を示してゐるのである。
向こゝに注意すべき事は分裂した各曹達長石の反射は試料により相當の相違のある事である。特に中央にあつて單斜曹達長石のそれであると思はれるものは明確な反射像でなく連續的な反射で示されることがあり又試料によつては全く之を缺く場合がある。之は試料の製作方法に關聯してゐるものゝ如く、結晶から薄片にすることによつて起るらしい。單斜曹達長石の反射を確實に得る爲に

は試料は劈開によつて製作し、之を研磨しない方がよい。この事實は恐らく研磨することによつて單斜曹達長石が三斜曹達長石の双晶に轉移することを示すのであらうと推定される。

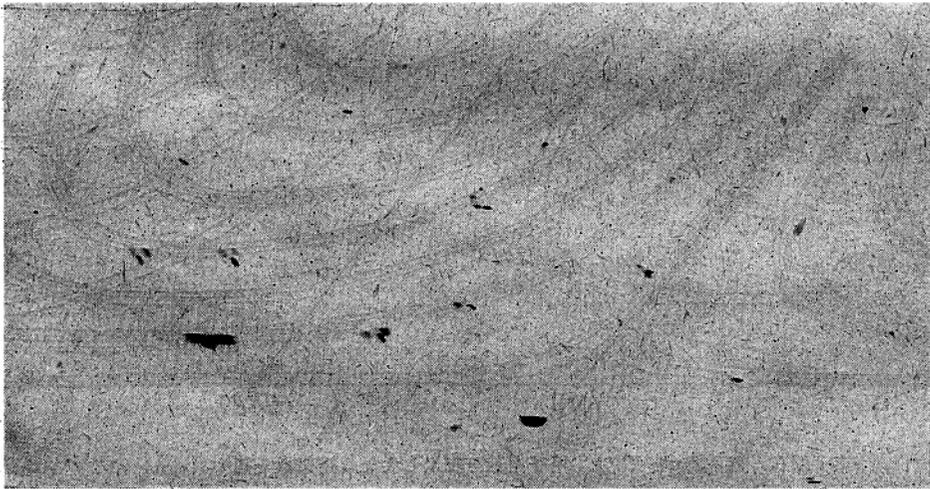
(第4圖に研磨したものを示した.)

各長石の格子恒數

各長石の格子恒數を得るには逆格子を前記の逆格子の各面から組立て、その恒數を先づ決定し、



第3圖c. 第3圖a, bより第4層の逆格子面を導けるもの。Iは加里長石, IIは曹達長石(單斜) III—Vは曹達長石(Iに對し一對づつ相對す, 三斜は双晶をなせり)



第4圖 月長石のワイゼンベルグ寫眞, b軸回轉

第4層 Co K α , X線照射の前に薄片を研磨せるもの。曹達長石の斑點の分裂に際し中心の點消失す。即ち, 單斜曹達長石がすべて三斜長石に移過せることを示す。

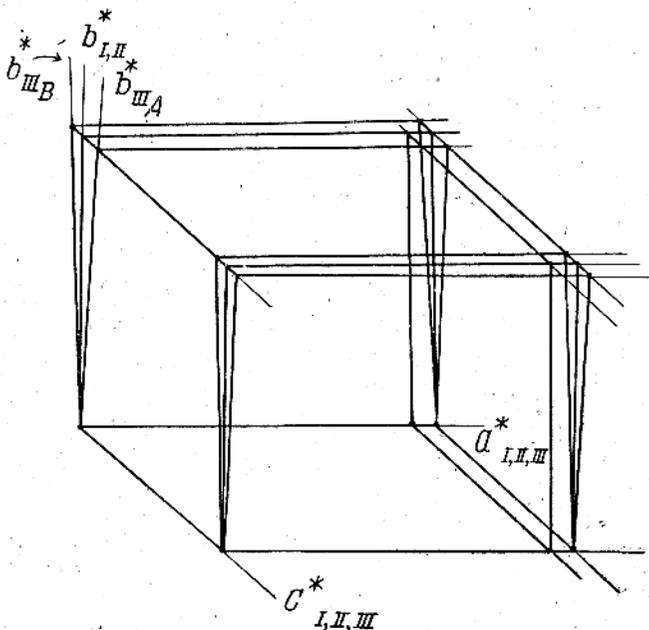
それより計算によつて格子恒数を求める。尤も b 軸の長さは各長石の b 軸の方向が一致するといふ前記の事實から直接求められる。すべての長石の a 軸や c 軸を單なる結晶回轉寫眞より求めることは各長石の互の傾きにつき (b 軸が一致するといふ事實以外の) 何等かの假定なしには殆んど不可

能に近いことを知らねばならぬ。

第5圖は逆格子の $a_0^* c_0^*$ と $a_1^* c_1^*$ 面から組立てられた逆格子の一部分である。實際測定に用ひられたものは前項の如く b 軸回轉の Weissenberg-Buerger 寫眞の 0 層, 2 層, 4 層である。長石の特質として $k = \text{奇數}$ の反射は非常に弱いから用ひなかつ

第二表

	單斜長石		三斜長石		
	I	II	III	III	V
a	8.58 ₂	8.13 ₅	8.13 ₄	8.13 ₅	8.13 ₅
b	12.94 ₀	12.94 ₀	12.94 ₅	12.95 ₃	12.96 ₅
c	7.14 ₄	7.13 ₄	7.13 ₃	7.14 ₀	7.14 ₅
α	90°0'	90°0'	91°31'	92°22'	93°13'
β	116°20'	116°10'	116°09'	116°09'	116°8'
γ	90°0'	90°0'	90°0'±	90°0'±	90°0'±



第5圖. 月長石の逆格子, Iは加里長石(單斜), IIは曹達長石(單斜), IIIは曹達長石(三斜, 双晶), III, VはIIIに準ずべし.
a, *b, *c* 各軸一層のみを示し他は省略す.

た. 用ひたX線の波長はCo Kα=1.79A, Weissenbergカメラの直徑34.1cm, 係数は1である. 機械の誤差による二重點を防ぐためフィルムが同一方向に推進してゐる時のみX線を照射した. 又フィルム筒は岩塩の結晶を用ひて, 靜止の状態に於て標尺し, 更に動く状態に於て共に數ヶ所標尺し, フィルム筒の不整, 並びにその調整による誤差がなるべく最小なるように努めた.

得られた結果は次の如くである.

第一表

	單斜長石		三斜長石		
	I	II	III	III	V
a*	0.130 ₀	0.137 ₀	0.137 ₀	0.137 ₀	0.137 ₀
b*	0.077 ₃				
c*	0.156 ₇	0.156 ₂	0.156 ₂	0.156 ₂	0.156 ₂
α*	90°0'	90°0'	88°18'	87°22'	86°27'
β*	63°40'	63°50'	63°50'	63°50'	63°50'
γ*	90°0'	90°0'	89°15'	88°50'	88°26'

これより計算により次の格子恒數を得た.

このIが加里を主成分とする單斜長石であり, II-Vが曹達を主成分とする單斜並びに三斜長石であることは格子恒數によつて大體推定出来る. 更にIとII+III+III+Vの比は大體4:6より多く離れてゐないであらうことは回轉寫眞やWeissenberg寫眞に於ける種々な反射點の強さ(殆んど等しい)の比較から知り得ることは後に述べる.

各長石の化學成分

筆者の一人が前に研究の對象とした朝鮮産月長石とChaoとTaylorがSpencerより得て用ひた同地産の月長石とは多分同一のものと思はれたので, 筆者は前の論文ではSpencerの分析結果を引用したが今回新に當教室で化學分析した.(分析者鈴木輝男) その結果は次の通りである.

SiO ₂	64.82%
Al ₂ O ₃	18.48%
Fe ₂ O ₃	1.10%
MgO	0.36%
CaO	0.74%
K ₂ O	7.33%
Na ₂ O	6.88%
ign. loss	0.50%
Total	100.21%

これより灰長石分を除外して計算すると曹達長石58.7%, 加里長石41.2%となり曹達長石分子が加里長石分子より優越してゐる.

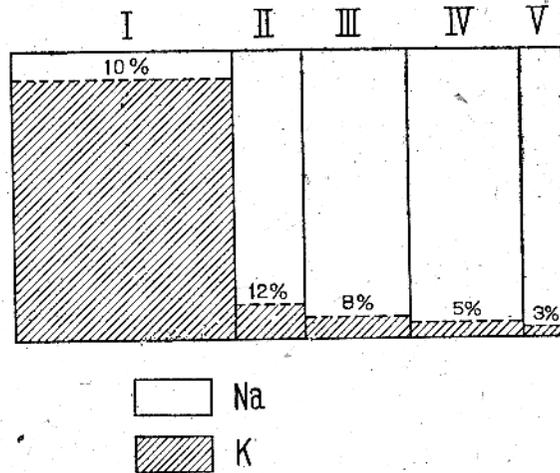
次の問題は この化學成分を如何様に各長石に配分するかといふことである. 純粹成分の長石の格子恒數が十分の正確さを以て知られてゐない今日, この問題を強いて解決せんとすればかなり假定的となることを免れ得ないであらうが一つの試みとして下の如く提案をする.

結晶回轉寫眞並びにWeissenberg寫眞(0層)の各斑點の強さを、加里長石によるものと曹達長石によるものとを比較して見ると各點毎に大體同じ強度である。稀に然らざるものがあるが、統計的に見ると兩者の強さはほぼ等しい。従つて今問題の月長石の加里長石と曹達長石の成分比はKイオンとNaイオンのX線散亂強度にほぼ逆比例すると考へてよいであらう。散亂強度(最高)は11:8であるから、これから計算される分量比は曹達長石58%,加里長石42%となり、化學分析の結果とよき一致を示すのである。他方Taylor等に依れば加里長石はその10%迄曹達長石を格子恒数を甚しく變化せしむることなく含み得るのである。同様にII・III・III・V等の曹達長石の中にも加里成分が入り得るであらうことは容易に想像せらるゝがその量を推定せしめる根據になる直接のDataに乏しい。然しIII・III・V等の三斜曹達長石に格子恒数にいくらかの相違が示される以上これが全部全く同一化學成分であるとは考へられない。むしろその間に漸次の加里成分の含有度が異ると考へる方が自然である。それ故にアルバイト長石の格子恒数と比較する事は月長石の中の三斜曹達長石の成分を推定する一つの手がかりとなるであらう。即ち

(b)	a	b	c	α	β	γ	
アルバイト長石 (Taylor)	8.14	12.85	7.17	94°3'	116°29'	88°9'	
月長石	II	8.13	12.94	7.13	90°	116°10'	90°
	III	8.13	12.94	7.13	91°31'	116°9'	90°
	III	8.13	12.95	7.14	92°22'	116°9'	90°
	V	8.13	12.96	7.14	93°13'	116°8'	90°

これによるとIII・III・V等の三斜長石に加里成分が入つてゐるとしなればならぬが、それは加里長石に曹達成分が入つてゐるIの場合より餘程その度が低いであらうことは化學分析の結果より知り得る。又IIの單斜曹達長石はIII・III・Vの三斜長石と同一成分のものか或はIIIより更に加里成分を含むものか、今迄の實驗では決定的なことは云へない。しかし試料の研磨により消失し、又三斜長石との間に連続的の轉移を示すものあることより見てIII(或はIII・V)と同じ成分でないかと想像せられる。

これらのことを考慮に容れ、又分裂した曹達長石の斑點の強さを比較して、月長石の各長石の成



第6圖 月長石の各成分長石の割合及び各長石中に含まれる副成分の割合を示す圖。Iに對するII+III+III+Vの比は2:3なり。II以下相互の割合は多少任意的に決定せるも大體X線寫眞の強度より推定す。Iの副成分とII以下の副成分の和は互に等し。
(Naは曹達長石, Kは加里長石を意味す)

分、並びにその配分を第6圖の如く表現するのが合理的であらう。この圖に於いて加里長石に入つてゐる曹達長石分子と曹達長石に入つてゐる加里長石分子の合計とが等しいとした。それはX線實驗から推定される月長石の加里成分と曹達成分の比が化學分析の結果得た兩成分の比とほぼ等しいことから推定したのである。

月長石の微細葉片構造と閃光についての附言

月長石の細葉片構造に關して有力な手懸りとなるものはその特有な閃光(Schilarization)である。この閃光は(100)面附近にのみ現れ(010)、(001)面では全く認められない。この閃光を(100)面に殆んど平行な加里及び曹達長石の細葉片の互層による閃部反射に基くとすると光度、測角等多くの實驗的事實をよく説明し得る。各葉片の厚さをほゞ2000Å附近とするとその閃光の分光像を説明するに最も都合がよいか猶多少の疑問が存在する。1932年E. Bairが貴蛋白石に就いてその内部反射を研究し非晶質の珪酸中に方解石の細葉片があるとし、その厚さをほゞ2000~3000Åと算出してゐる點とよく一致する。

この程度の厚さの葉片では著しい内部反射の起ることは計算により證明し得るが併し眞珠や蛋白

石では入射方向による色の變化が著しいのに反し、この例では入射方向の變化による分光像の差が極めて僅かである點が特である。(1942. 10. 28)

文 献

- (1) *Z. Krist.* 100 297-307 (1938)
- (2) *Proc. Roy. Soc.* 174 57-72 (1940)
- (3) この結果の大要は昨年三月日本地質學會例會で講演した(伊藤)
- (4) 近々發表の豫定
- (5) T. Ito, *Z. Krist.* 100 437-439 (1939)
- (6) *Strukturbericht* III 546
- (7) *Z. Krist.* 81 183-218 (1932)

以 上

融解凝固現象の熱力學的研究

吉田 卯三郎

(昭和十八年貳月拾參日受領)

序 論

或る物質の液體內に於ける自由分子と其無限數より成る結晶核との間の平衡關係に關して單原子元素の場合に就ては筆者は之にフアントフの反應¹⁾恒容式を適用して研究を行ひ、其結果は既に發表したのである。其際筆者は主として融解點に於ける固體及び液體の比熱の差に起因する融解熱の溫度變化を單原子元素の場合には僅少なものととして無視し、融解熱を溫度に無關係に一定と取つた。しかし嚴密には之は正しくなく、或る物質の融解點に於ける結晶及び鎔融液の比熱は一般には異なるのであつて、其差は單原子元素では概して小であるが化合物に於ては相當大きなものが多い。それで本論文に於ては必要なる測定値を具備する諸種元素及び化合物に就きかゝる液相及び固相に於ける比熱の差をも考慮に入れ前同様フアントフの反應恒容式を用ひてそれと融解熱の融解點に對する比との關係を研究した。

液體內自由分子と結晶核との間の平衡に對する反應恒容式

今或る物質の過冷却液體內に於ける分子總數 N の内の自由分子數及び結晶核數をそれぞれ N_f 及び n_c とする。一つの結晶核を構成する分子數を相當巨大なるものとして之を ν で表すと次式を得る。

$$N = N_f + \nu n_c \dots\dots\dots (1)$$

總數 N の内で N_f と n_c の和に等しき獨立せる粒子の總數を N_a とし、自由分子數 N_f の N_a に對する比を結晶核の分解度と定義して之を x で表すと

$$x = \frac{N_f}{N_a} = \frac{N_f}{N_f + n_c} \dots\dots\dots (2)$$

$$1 - x = \frac{n_c}{N_a} = \frac{n_c}{N_f + n_c} \dots\dots\dots (3)$$

となり反應恒數 K_c として次式を得る。

$$K_c = \frac{\left(\frac{N_f}{N_f + n_c}\right)^\nu}{\frac{n_c}{N_f + n_c}} = \frac{x^\nu}{1-x} \dots\dots\dots (4)$$

次に T を絕對溫度 R を一瓦分子に就ての瓦斯恒數 L を一瓦分子に就ての結晶核の融解熱とすれば ν 一定としての反應恒容式は

$$\frac{d \log K_c}{dT} = \left(\frac{\nu}{x} + \frac{1}{1-x}\right) \frac{dx}{dT} = \frac{\nu L}{RT^2} \dots\dots\dots (5)$$

となる。(5)を書き代へて

$$\frac{dx}{dT} = y \frac{L}{RT^2} \dots\dots\dots (6)$$

を得る。こゝに y は次式で表されるものである。

$$y = \frac{\nu x(1-x)}{\nu(1-x) + x} \dots\dots\dots (7)$$

次に(6)を T で微分すると

$$\begin{aligned} \frac{d^2x}{dT^2} &= \frac{dy}{dx} \frac{dx}{dT} \frac{L}{RT^2} - \frac{2yL}{RT^3} + \frac{y}{RT^2} \frac{dL}{dT} \\ &= \frac{yL}{RT^3} \left\{ \frac{dy}{dx} \frac{L}{RT} - 2 + \frac{T}{L} \frac{dL}{dT} \right\} \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

となる。此式中 dy/dx を Y で表すと之は(7)を x で微分して次の如くなる。

$$Y = \frac{dy}{dx} = \frac{\nu^2(1-x)^2 - \nu x^2}{\{\nu(1-x) + x\}^2} \dots\dots\dots (9)$$

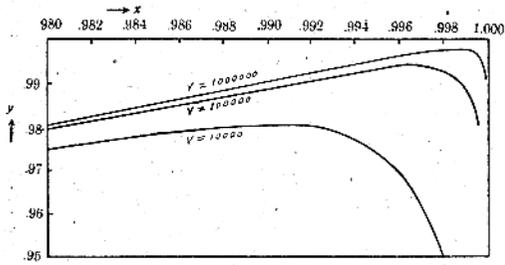
かくして(8)は次の如く書き得る。

$$\frac{d^2x}{dT^2} = \frac{yL}{RT^3} \left\{ Y \frac{L}{RT} - 2 + \frac{T}{L} \frac{dL}{dT} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

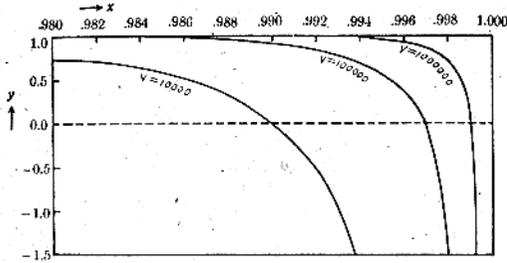
溫度變化に對する dx/dT の極大は上式右邊を零と置けば直ちに求まるのであつて此條件は以下の論議に屢々利用せられるのである。種々異なる x の値に對する y 及び Y の値として ν の比較的小なる場合に就ては既に前論文に掲げたのであるが、 ν の 10000, 100000 及び 1000000 の巨大なる値の場合としての y 及び Y の値は第1圖及び第2圖の曲線で示されてある。圖から明かな通り ν の巨大なる値の場合に於ては x が 1 に極めて近き値のとき以外 y は殆ど x に比例して之と共に増加し Y は殆ど一定値 1 の値を取るのである。 x が極度に 1 に

1) 本誌第三卷第三號(昭17); 京大理學部紀要A, 第二十四卷第一號(昭17)

第 1 圖



第 2 圖



近づくとき y は極大値を経て x が 1 に完全に等しくなつて急に零に下降する。 y がかく極大値を取る x の値に於て第 2 圖で明かな如く Y は零の値を取るのである。それで y の極大値は (9) 式に於て $Y = 0$ と置き

$$1 - x = \frac{x}{\nu^{\frac{1}{3}}} \dots\dots\dots(11)$$

によつて求まる。 ν が非常に巨大なる値の時には (11) は近似的に

$$x = 1 - \frac{1}{\nu^{\frac{1}{3}}} \dots\dots\dots(12)$$

となるのである。之は ν が無限に増加する時 y に極大値を興へる x は漸近的に 1 に接近することを示すものである。従つて ν の非常に大なる値に對して y に極大値を興へる x を惹起する温度を結晶核の融解點と取るならば構成分子數無限大なる結晶の融解は結晶の自由分子への完全分解に相當する $x=1$ に於て起ることとなるのである。

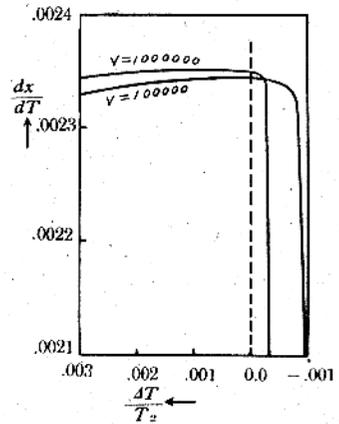
前論文に於て細模卓晶と自由分子相互間並びに結晶核と自由分子相互間の平衡に向つて K_0 として根本的には (4) と全く同様な表式が使はれたのである。然しながら共際細模卓晶並びに自由分子の濃度の取方に於て筆者は重大なる過誤を犯し過冷却液體の比熱として間違つた計算を發表して誠に恐縮してゐる次第である。此點更に計算を改めて追つて發表し得るやうになることと考へてゐる。單原子元素の融解熱と融解點との關係に就て

は K_0 として根本的には (4) と全く同様の表式が使用せられたので結果に於て前論文に改變を加へる必要は無いやうである。

融解點の指示

第 3 圖の曲線は酒精の場合 ν として 100000 及び 1000000 と取つたとき $\frac{dx}{dT}$ が其極大値附近に於て温度と共に如何に變化するかを示したものである。圖中 T_2 は $\frac{dx}{dT}$ が極大値となる温度を示し ΔT は或る温度 T に對して T_2 との差 $T_2 - T$ を表す。圖の曲線を得る計算の仕方に就ては何れ後述するが、こゝに此圖

第 3 圖 酒精



を掲げたのは ν が非常に大きなとき $\frac{dx}{dT}$ が或る温度で急折して或る正の値から急に零に下降する $\frac{dx}{dT}$ 曲線の特性を示すためである。此 $\frac{dx}{dT}$ 曲線の急折は $\frac{dx}{dT}$ を表す (6) 式に

y なる因子があり、之が ν が非常に巨大なとき x の 1 に接近する極限に於て其極大値から急に零に下降する爲めである。結晶核の分解が起るのは分解さるべき核が存在するためであるから或る一定の温度で $\frac{dx}{dT}$ が或る正値から急に零に下るといふのは結局結晶核が安定なる平衡状態に於て其温度以下では存在し得るがそれ以上の温度では存在しないことを意味する。従つて或る物質結晶の融解點は $\frac{dx}{dT}$ 曲線の急折するところ即ち $\frac{dx}{dT}$ が或る正値から急に零に減少する温度であるとしてそれを明確に指示することが出来るのである。既に述べた如く ν の巨大なる値に對して $\frac{dx}{dT}$ が零に急減するところは即ち y の極大値を取る點でこれは $Y = 0$ と置くことによつて $x = 1 - \frac{1}{\nu^{\frac{1}{3}}}$ となるのである。

諸種の物質につき其融解點 T_m と ν の巨大なる値に對して $\frac{dx}{dT}$ が極大値を取る温度 T_2 との間の關係から之等物質は次の二種類に分類することが出来る。即ち一は T_m 及び T_2 の一致するもの

で他は之等兩溫度が明確に異なるものである。既に前論文に述べた如く若鉛及びガリウム以外の殆ど大部の單原子元素は後者に屬し、第3圖に示した酒精は前者に屬する。第3圖で見られる通り破線て示された $\frac{dx}{dT}$ の極大の溫度即ち T_2 は $\nu = 100000$ 及び $\nu = 1000000$ の場合 $\frac{dx}{dT}$ 曲線の急折する溫度に非常に接近して居り、しかもその接近は ν が 100000 から 1000000 に増加するにつれて益々甚だしく遂に ν が無限大と成つて完全に接近して結局 T_m と T_2 とは一致するのである。

稀薄溶液に於ける溶媒及び溶質の凝固點

次に上述の考へ方を稀薄溶液に於ける溶質及び溶媒の晶結の場合に適用して其實際と相容れるや否やを試して見る。今凝固點の甚だ低い溶媒の N 箇の分子内に溶質の s 箇の分子が溶解してゐる稀薄溶液を考へる。溶液内で溶質分子の一部は結合して結晶核を生成して居るとしてその一つの結晶核を構成する分子数を ν とし結晶核数を s_c 、結晶核に成つてゐない他の自由分子数を s_f とすれば

$$s = s_f + \nu s_c \dots \dots \dots (13)$$

今 s_f の s に對する比 s_f/s を結晶核の分解度 x と定義すると次の二式を得る。

$$x = \frac{s_f}{s} = \frac{s_f}{s_f + \nu s_c} \dots \dots \dots (14)$$

$$1 - x = \frac{\nu s_c}{s} = \frac{\nu s_c}{s_f + \nu s_c} \dots \dots \dots (15)$$

次に溶液内での溶質の自由分子及び結晶核の分子濃度はそれぞれ

$$\frac{s_f}{N + s_f + s_c} = \frac{sx}{N + s_f + s_c} \text{ 及び } \frac{s_c}{N + s_f + s_c} = \frac{\frac{s}{\nu}(1-x)}{N + s_f + s_c} \dots \dots \dots (16)$$

となり、従つて溶質の自由分子と結晶核との間の平衡に關する反應恒數 K_c は次の如くなる。

$$K_c = \frac{\left(\frac{sx}{N + s_f + s_c}\right)^\nu}{\frac{s}{\nu}(1-x)} \dots \dots \dots$$

極度の稀薄溶液の場合として上式中で $N + s_f + s_c = N$ と置けば

$$K_c = \nu \frac{\left(\frac{s}{N}\right)^\nu}{\frac{s}{N}} \frac{x^\nu}{1-x} \dots \dots \dots (17)$$

次に溶質が溶媒内に溶解する場合の溶質一分子當りの溶解熱を L とし之が溫度に無關係に一定であると假定すると反應恒容式の積分形は

$$\nu \frac{\left(\frac{s}{N}\right)^\nu}{\frac{s}{N}} \frac{x^\nu}{1-x} = C e^{-\frac{\nu L}{RT}} \dots \dots \dots (18)$$

となる。こゝに C は積分常數である。(18)は單一液體の晶結に對する(4)及び(5)式と根本的には全く同一であるから溶質の凝固點に對して單一液體の場合と同様の條件即ち $1-x = \frac{x}{\nu^{\frac{1}{2}}}$ を適用することが出来る。(18)を書き代へて

$$\nu^{\frac{1}{2}} \frac{s}{N} \frac{x}{(1-x)^{\frac{1}{2}}} = C^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{L}{RT}} \dots \dots \dots (19)$$

ν を非常に巨大として $\nu^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{s}{N}\right)^{\frac{1}{2}} = 1$ と取り、更に $1-x = \frac{x}{\nu^{\frac{1}{2}}}$ の條件を用ひて

$$\frac{x}{(1-x)^\nu} = \frac{x \nu^{\frac{1}{2}}}{x^\nu} = 1$$

とすると(19)は簡單に次式の如くなる。

$$\frac{s}{N} = C^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{L}{RT}} \dots \dots \dots (20)$$

(20)は溶液の分子濃度 $c = s/N$ と溶質の晶結が丁度始まらうとする極限の溫度との關係を示すものであつて、之は分子濃度で表された溶液内に於ける溶質の溶解度と溫度との關係を示すものに他ならぬのである。(20)は之を對數の形で表すと

$$\log c = -\frac{L}{RT} + A \dots \dots \dots (21)$$

と書き得る。こゝに A は一つの常數である。

次に吾々は稀薄溶液内に於ける溶媒の晶結に就て考へる。溶媒分子の全數 N 中で構成分子數 ν なる結晶核の数を n_c 、それ以外の自由分子数を N_f とし、 $N_f/(N_f + n_c)$ を結晶核の分解度 x と定義すれば

$$x = \frac{N_f}{N_f + n_c}, \quad 1 - x = \frac{n_c}{N_f + n_c}$$

従つて反應恒數 K_c は

$$K_c = \frac{(N_f + n_c)x}{(N_f + n_c + s)}^\nu + \frac{(N_f + n_c)(1-x)}{N_f + n_c + s}$$

で表される。こゝに s は溶液中の溶質の分子数である。結晶核は溶媒の凝固点以上の温度では存在し得ないで温度がそれよりも下降し其凝固点に達して始めて生成するのであるから吾々は凝固点以上の温度では $N_f + n_c$ を一定とし之が溶媒分子の総数 N に等しいと取り得る。従つて $(N_f + n_c) / (N_f + n_c + s) = N / (N + s)$ を一定と做し之を p で表し且つ L を近似的に一定と取ると反應恒容式の積分形として次式を得る。

$$K_c = \frac{(px)^\nu}{p(1-x)} = C e^{-\frac{\nu L}{RT}}$$

$$\text{即ち } \frac{px}{p(1-x)} = C^\frac{1}{\nu} e^{-\frac{L}{RT}} \dots\dots\dots (22)$$

上式に於て晶結の條件として $1-x = \frac{x}{\frac{1}{\nu}}$ と置き

更に ν の巨大數に對して $p^\frac{1}{\nu} = 1$ と取れば

$$p = \frac{N}{N+s} = C^\frac{1}{\nu} e^{-\frac{L}{RT}} \dots\dots\dots (23)$$

を得る。此式に於て更に $s=0$ とし純溶媒のみの場合とすれば

$$1 = C^\frac{1}{\nu} e^{-\frac{L}{RT_m}} \dots\dots\dots (24)$$

となる。こゝに T_m は純溶媒のみの凝固点を表すものである。次に(23)(24)式を邊々割り合すと

$$\frac{N}{N+s} = e^{-\frac{L}{R}(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_m})} = e^{-\frac{L}{RT_m^2}(T_m - T)}$$

今稀薄溶液に於て溶媒の凝固点降下 $T_m - T$ を ΔT で表し溶質の分子濃度 s/N を c で表すと上式は

$$1 - \frac{s}{N} = 1 - \frac{L}{RT_m^2} \Delta T$$

$$\text{即ち } \Delta T = \frac{s}{N} \frac{RT_m^2}{L} = c \frac{RT_m^2}{L} \dots\dots\dots (25)$$

之は即ち稀薄溶液に於ける溶媒の凝固点降下を表す表式で廣く識られてゐるところのものである。

以上のやうにして筆者の考へ方によつて導出した結果はよく既に識られてゐる結果と一致するのであつて之は其誤りなきことを確めるものと考へてよく次には此考へ方によつて諸種物質の晶結現象を取扱つて見る。

諸種元素及び化合物の晶結

或る物質結晶の融解熱と云ふと普通は其融解焓に於ける値に限られてゐる。然し或る物質の過冷却状態に於ける自由分子と結晶核との間の平衡關係を論議する場合には吾々は種々異なる温度に於ける結晶核融解の潜熱の値を識る必要がある。今結晶核構成の分子数を充分大であるとして結晶核の融解熱が卓晶の値に等しいと取ると或る温度 T に於ける結晶核の融解熱 L は融解点 T_m に於ける融解熱 L_m 及び同じく融解点に於ける 鎔融液及び結晶の比熱 C_p 及び c_p とから $C_p - c_p$ の温度變化を無視して近似的に次式で表される。

$$L = L_m + (C_p - c_p)(T - T_m) \dots\dots\dots (26)$$

(26)から L を T で微分して

$$\frac{dL}{dT} = C_p - c_p \dots\dots\dots (27)$$

を得る。

次に $C_p - c_p = a$ とし(26)(27)の L 及び $\frac{dL}{dT}$ の値

を(10)に入れると $\frac{dx}{dT}$ が極大値を取る條件は次式で表される。

$$Y \frac{L_m + a(T_2 - T_m)}{RT_2} - 2 + \frac{T_2}{L_m + a(T_2 - T_m)} a = 0 \dots\dots\dots (28)$$

こゝに T_2 は $\frac{dx}{dT}$ が極大値を取る温度を表すものである。

$\frac{dx}{dT}$ の極大が T_m より明確に低い温度 T_2 で起る場合には T_2 に於ける結晶核の分解度 x は明確に 1 より小で無ければならぬ。何となれば結晶核の完全分解は T_2 より明確に高い温度 T_m に於て始めて行はれるのであるからである。 ν の非常に巨大なとき Y の値は x が 1 に接近する極限以外に於ては總て 1 であるから吾々の場合 T_2 が明確に T_m より低いときには $Y=1$ と取るべきである。それで $Y=1$ とすると(28)は次のやうになる。

$$\frac{L_m + a(T_2 - T_m)}{RT_2} - 2 + \frac{RT_2}{L_m + a(T_2 - T_m)} \frac{a}{R} = 0$$

此式から $\frac{a}{R} = \xi$ と置いて次式を得る。

$$\frac{L_m + R\xi(T_2 - T_m)}{RT_2} = 1 \pm \sqrt{1 - \xi} \dots\dots\dots (29)$$

一つの物質に對して L_m と T_m 及び a の値が判つて居れば吾々は(29)を用ひて T_2 を求めることが出来る。(29)から明かなやうに T_m より明確に低い T_2 が存在するためには ξ の値は 1 を超過するこ

第一 表

物質	融解點 T_m °K	融解熱 L_m カロリー 瓦分子	$\frac{L_m}{RT_m}$	比熱 C_p カロリ- 瓦分子 (液體)	比熱 c_p カロリ- 瓦分子 (固體)	$\frac{C_p - c_p}{R}$
A	84°	268.0	1.61	5.35	6.18	-0.418
Ag*	1234°	2625	1.07	—	—	-0.34
Al*	933°	1910	1.07	—	—	-0.30
An*	1336°	3180	1.20	—	—	{ -0.20 -0.99
Cd*	594°	1480	1.258	—	—	{ -0.48 -0.83
Co*	1753°	3440	0.988	—	—	{ +1.0 -0.18
Cr*	1888°	1650	0.441	—	—	-1.33
Cs	299°	501	0.845	7.92	6.92	+0.51
Cu*	1355°	2750	1.021	—	—	{ -0.22 -0.50
Fe*	1808°	2680	0.746	—	—	{ +0.97 -1.86
Hg	234°	556	1.196	6.95	6.67	+0.14
K	335°	569	0.855	7.16	6.93	+0.115
Na	371°	633	0.860	7.40	6.78	+0.31
Ni*	1725°	4340	1.270	—	—	{ +1.1 +0.12
Pb*	601°	1123	0.941	—	—	{ -0.055 -0.145 -0.19
Rb	312°	521	0.840	7.76	6.85	+0.46
Sn*	505°	1670	1.165	—	—	{ -0.28 -0.37 -1.3
Zn*	693°	1695	1.225	—	—	{ +0.46 +0.36 -0.15
H ₂	14°	28.2	1.013	0.466	1.146	-0.343
O ₂	55°	105.0	0.961	12.60	10.72	+0.947
AgBr	703°	2365	1.69	14.3	14.3	0.0
CCl ₄	249°	641	1.30	30.8	30.96	-0.078

之等何れも2より小なる L_m/RT_m の値を有するのであつてそこに何等かの理由が存在しなければならぬやうである。筆者の見るところ之に對する主なる原因は融解點に於ける兩比熱 C_p 又は c_p の測定又は推算の誤差に因るのであらう。前に述べた如く限界拋物線内に存する物質に就て水銀以外は凡て $C_p - c_p$ の充分信用し得べき値を有してゐないのである。普通固體の比熱は其單結晶で無く多結晶組織のものに就て測定せられる。既に前論文に述べた如く結晶境界は過冷却鎔融液又は其固化せる非晶固體の薄層によつて接合せられてゐるものと想像せられる。そうしてかゝる境界非晶層の幅は温度の上昇と共に増加するものと考へられる。是れは即ち温度が上昇して融解點に近づくと境界非晶層に於ける結晶の部分的鎔融を意味するものであつて、結局融解點附近に於ける固體の比熱を理想的の單結晶の場合に比して高くする結果になるのである。それで今或る物質の融解點に於ける固體状態

より遠くない温度に於て測定せられてゐる。之等物質については $C_p - c_p$ の値に對して或る程度の誤差は勿論考へなければならぬのであるが兎に角之等物質も亦之を取り入れて表及び圖に載せてある。

第4圖に於て限界拋物線内に包含せられる凡ての物質につき L_m/RT_m の値が2より小であることは特に注目し得る。1より小なる正の ξ の値に對しては之は勿論當然であるが ξ の負の値に對しては圖より明かなやうに L_m/RT_m は2以上の値を取り得る筈である。然るにもかゝらず限界拋物線内の凡ての物質それは大部分單原子元素であるが

の比熱は少くとも單原子元素に於ては理想的に云つて同温度に於ける鎔融液の比熱より大きくは無いと假定すると T_m が明確に T_2 より高い爲めには L_m/RT_m の値は2より大であつてはならぬと云ふことになるのである。これは即ち前論文に於て近似的に $\xi = 0$ と取り若鉛及びガリウム以外大多數の單原子元素に對して適用されるものとして筆者の導出した "T₂ 點の法則" に他ならぬのである。第4圖に示された如く單原子元素の他 H₂, O₂, AgBr 及び CCl₄ の四種の物質も亦 T₂ 點の法則に従

2) 吉田：京大理學部紀要A, 24 (昭18)；學術研究會議物理學講演集 3 (昭18)

第 二 表

物 質	融解點 T_m °K	融解熱 L_m カロリ- 瓦分子	$\frac{L_m}{RT_m}$	比熱 C_p カロリ- 瓦分子 (液體)	比熱 c_p カロリ- 瓦分子 (固體)	$\frac{C_p - c_p}{R}$	Y
Bi*	544°	2602	2.41	—	—	{ -0.024 -0.18	{ 0.834 0.861
Ga	303°	1324	2.205	5.49	5.49	0.0	0.907
Br ₂	266°	2580	4.89	17.18	12.8	+2.21	0.317
Cl ₂	171°	1624	4.77	16.0	13.4	+1.31	0.361
I ₂	387°	4000	5.20	13.4(?)	13.3	+0.05(?)	0.38(?)
N ₂	63°	170	1.36	13.28	10.98	+1.16	0.844
HCl	159°	505	1.60	14.86	11.95	+1.47	0.676
HBr	186°	576	1.56	14.5	11.4	+1.56	0.641
HI	220°	726	1.66	16.4	11.35	+2.55	0.28
NO	110°	555	2.54	17.4	8.46	+4.51	0.089
H ₂ O	273°	1433	2.65	18.0	8.85	+4.62	0.098
H ₂ O ₂	271°	2503	4.66	19.6	16.0	+1.84	0.344
SO ₂	243°	1900	3.94	20.0	14.65	+2.71	0.334
H ₂ SO ₄	283.4°	2360	4.20	33.75	26.45	+3.66	0.268
SnCl ₄	240°	2190	4.60	38.6	32.9	+2.89	0.298
PbCl ₂	758°	5800	3.85	33.63	22.22	+5.70	0.135
PbBr ₂	771°	5140	3.36	20.8	15.0	+2.90	0.338
TlCl	700°	3970	2.86	14.15	13.85	+0.145	0.677
TlBr	733°	3610	2.48	22.70	14.93	+3.92	0.169
AgCl	724°	4400	3.06	18.45	14.45	+2.02	0.437
LiNO ₃	522°	6090	5.86	26.90	26.70	+0.104	0.338
NaNO ₃	606°	3850	3.20	36.6	30.4	+3.09	0.324
CH ₂ O ₂ (Formic acid)	281°	2710	4.87	22.8	19.8	+1.53	0.346
C ₂ H ₆ O (Ethyl alcohol)	159°	1188	3.76	20.7	14.93	+2.91	0.327
C ₃ H ₈ O ₃ (Glycerol)	292°	4370	7.49	52.4	31.3	+10.63	0.079
C ₃ H ₆ O ₃ (dl-Lactic acid)	290°	2710	4.71	49.8	30.36	+9.80	-0.016
C ₇ H ₇ NO ₂ (o-Amino benzoic acid)	418°	4870	5.87	71.9	55.3	+8.32	0.101
C ₇ H ₇ NO ₂ (m-Amino benzoic acid)	453°	5220	5.81	71.9	53.5	+9.24	0.071
C ₇ H ₇ NO ₂ (p-Amino benzoic acid)	481°	5000	5.47	73.3	48.2	+12.67	-0.058
C ₁₀ H ₉ N (α-Naphtyl amine)	323°	3660	5.71	87.0	77.8	+4.70	0.206
C ₁₂ H ₁₁ N (Diphenyl amine)	326.4°	4260	6.58	104.5	73.1	+15.84	-0.062
C ₁₆ H ₃₂ O ₂ (Palmitic acid)	328°	10070	15.48	209	137.5	+36.1	-0.022

ふのである。

次には第5圖に示された限界拋物線以外の範圍に存する物質に就て考へる。限界拋物線以内に存する物質に就ては既に述べた如く $\frac{dx}{dT}$ の極大は

$Y=1$ の値に於て起るのである。 $\frac{dx}{dT}$ の極大は更に明確に1より小なるYの値を以ても起り得るのであるが之はνが非常に巨大なる数の場合xが1に接近した極限に於てのみである。一方融解點も亦

同一極限に存するのであるから結局今の場合 T_2 は T_m と一致することになるのである。それで (28) に $T_2 = T_m$ と置く

$$Y \frac{L_m}{RT_m} - 2 + \frac{RT_m}{L_m} \xi = 0,$$

即ち $Y = (2 - \frac{RT_m}{L_m} \xi) \frac{RT_m}{L_m} \dots\dots\dots (31)$

を得る。此式により諸種物質に対して計算した Y の値は第二表の最後の列に記載してある。第5圖で破線で畫かれた曲線は Y にそれぞれ 0, 0.2, 0.4, 0.6 及び 0.8 の値を與へたときの L_m/RT_m と ξ との關係を示すものであつて Y の値に關しての諸種物質の位置を示すものである。限界拋物線外に位置する物質の特性はそれらに於ては (T_2 が T_m) と一致する點に有するのであつて此關係を " ν (T_2, T_m) 點一致の法則" と呼ぶこととする。

以上のやうに考へると元素及び化合物を合せて凡ての物質はそれらの融解及び晶結に關する性質によつて之を二種類に分類することが出来る。即ち一は T_2 點の法則に従ふもの他は (T_2, T_m) 點一致の法則に従ふものである。 L_m/RT_m の 2 より小なる大多數の單原子元素は前者に屬し有機無機合せて大部分の化合物は後者に屬する。第5圖で明かなやうに凡ての化合物に對して ξ は正の値を取る。即ち之等何れに就ても其融解點に於ける液相の比熱は同溫度に於ける固相の値より大である。之は主として融解することによつて液相に於て新しい熱運動の自由度が惹起せられるためであると解せられる。更に第5圖を見れば明かなやうに (T_2, T_m) 點一致の法則に従ふ凡ての物質の位置は $\xi = 0$ の直線によつて限られてゐる他更に大體 $Y = 0$ なる直線によつても限られてゐる。之は ν が巨大數のとき或る物質結晶の融解を起すための x の値としては之が $Y = 0$ に相當する $1 - x = \frac{x}{\nu^{\frac{1}{2}}}$ の値以上には 1 に接近するを要しないことを意味するものである。高分子量の有機化合物に於ては L_m/RT_m 及び ξ 共に概して大である。特に分子量 256 のバルミチン酸に於ては兩者共非常に大きくそれぞれ 15.48 及び +36.1 の値を取り第5圖の範圍を逸脱するのである。

以上吾々は ν を非常な巨大數と取り Y が明確に 1 より小となる時には T_2 は T_m に一致すると考へた。吾々は融解は $Y = 0$ 即ち $1 - x = \frac{x}{\nu^{\frac{1}{2}}}$ に於て起

ると定義したのであるから、 ν が相當大であつても ν が有限である限り T_2 と T_m との一致は無論近似的の事である。しかし此近似は次に述べる酒精の例で判る通り ν を充分大きく取れば許容し得るものである。

酒精に對して第二表に掲載された必要な材料から (31) を用ひて $Y = 0.327$ の値を得る。此 Y の値に對する x の値としては $\nu = 100000$ に向つては $x = 0.9962$, $\nu = 1000000$ に向つては $x = 0.9988$ となる。 Y 及び x が ν の値を取る溫度を T_2 點と呼ぶならば或る溫度 T に於ける酒精の融解熱 L は T_2 を $Y = 0$ となる眞の融解點 T_m と近似的に等しいとすることによつて次式で表される。

$$L = L_m + a(T - T_2)$$

(5) に此 L の値を入れて積分すると

$$\frac{x}{(1-x)^{\frac{1}{\nu}}} = C e^{-\frac{L_m - aT_2}{RT} + \frac{a}{R} \log T} \dots\dots\dots (32)$$

を得る。こゝに C は積分常數である。次に T_2 に於ける x を x_2 で表すと

$$\frac{x_2}{(1-x_2)^{\frac{1}{\nu}}} = C e^{-\frac{L_m - aT_2}{RT_2} + \frac{a}{R} \log T_2} \dots\dots\dots (33)$$

(32) を (33) で除して次式を得る。

$$\frac{x}{(1-x)^{\frac{1}{\nu}}} = \frac{x_2}{(1-x_2)^{\frac{1}{\nu}}} e^{-\frac{L_m - aT_2}{RT} (\frac{1}{T} - \frac{1}{T_2}) + \frac{a}{R} \log \frac{T}{T_2}} \dots\dots\dots (34)$$

今 $T_2 - T$ を ΔT で表し之が T_2 に比して非常に小であるとして $\Delta T/T_2$ の冪級數に展開し、共第一項だけを取ると (34) は次式のやうになる。

$$\frac{x}{(1-x)^{\frac{1}{\nu}}} = \frac{x_2}{(1-x_2)^{\frac{1}{\nu}}} \left\{ 1 - \frac{L_m}{RT_2} \frac{\Delta T}{T_2} \right\} \dots\dots (35)$$

同様に (6) から

$$\frac{dx}{dT} = \frac{y}{T_2} \left\{ \frac{L_m}{RT_2} + (2 - \frac{L_m}{RT_2} - \xi) \frac{\Delta T}{T_2} \right\} \dots\dots (36)$$

を得る。酒精の場合 $T_2 = T_m = 159^\circ K$, $L_m/RT_2 = L_m/RT_m = 3.76$, $\xi = +2.91$, $\nu = 100000$ とし $x_2 = 0.9962$, $\nu_2 = 1000000$ とし $x_2 = 0.9988$ と取り (35), (36) の式から $\Delta T/T_2$ の種々異なる値に對する $\frac{dx}{dT}$ の値を計算した。實際の計算は先づ (35) によつて種々異なる $\Delta T/T_2$ の値に對する x の

値を求め次にかゝる x に對する y の値を第1圖によつて求め最後にかく求められたる y の値を使つて(36)式により種々異なる $\Delta T/T_2$ の値に對する $\frac{dx}{dT}$ の値を計算した。以上のやうにして $\nu=100000$ 及び $\nu=1000000$ に對して計算した結果が前掲第3圖で示されてあるのである。圖から明かなやうに $\frac{dx}{dT}$ の値は T_2 點に極めて近接せる溫度に於て或る正值から急に零に下降するのである。しかも此零に下降する溫度は吾々の定義によれば酒精結晶

の融解點であるから上述の事は結局 T_2 點が融解點 T_m に極めて接近してゐると云ふことを示すのである。しかも ν が 100000 から 1000000 に増加すると T_m は急激に T_2 に接近して來るのであつて此事は結局 ν が無限大になれば T_2 と T_m とは完全に一致することを示すものである。

終りに本研究は文部省科學研究費の援助に依つて行はれたものであることを附記する。

〔講義〕

X線分光學（其の三）

大阪帝國大學理學部 澤田昌雄

（昭和十八年一月十日受領）

第三章 X線分光装置及其の取扱法

30. 緒言

第一章に於て各種の分光原理を述べ、第二章にその性能を述べたから研究目的に應じてその何れを選ぶべきかの概念を得た。本章では實際X線スペクトルを得るに必要なX線管及分光器に就て、それらの構造及取扱法を實例を擧げて説明する。

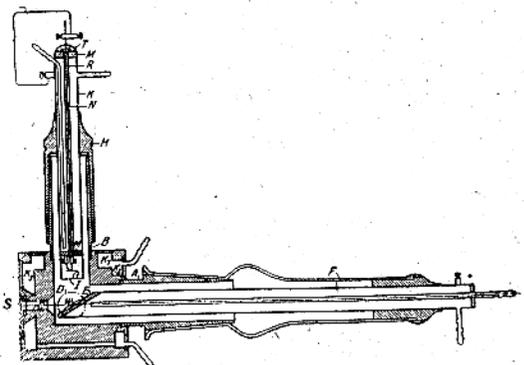
31. X線管

最近に至る迄X線スペクトルを撮影する目的で多くの種類のX線管が設計されて居るが、これらの設計の指針となるべき原理は主に次の諸點である。(a) X線の發生の焦點とX線管より外部へX線を導き出す窓との距離を出来るだけ短くする。更に(b) X線管は出来るだけ大きな電流を通しうることが望ましい。又(c) 對陰極の物質を取換へる際の操作が容易になる様に設計しなければならぬ。X線管には熱陰極管即電子管とイオン管との區別がある。前者はX線の發生に必要な電子流を得るために特別な加熱装置を必要とする。イオン管に於ては電子流は管中に殘存して居る氣體によつて得られる。

32. 電子管

X線の發生源とX線の出口迄の距離を短くする目的には、電子管はイオン管に比較して非常に小型に出来て都合がよい。第21圖は所謂 Siegbahnの標準型電子管である。主體は約55mm角の立方體で圖の様に削り抜いてある。A, Bは中空の二つの眞鍮製の圓錐體で、主體にハンダ付けにしてあつて、夫々對陰極及陰極の支持體F及Hを固定して居る。Cには、管壁に直徑5mmの圓筒形の孔を穿つて、これがX線の出口となる。この出口

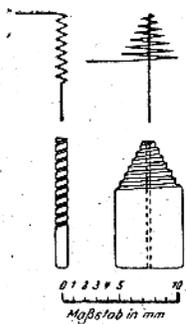
に鋼鐵製で細隙を備へたSが挿入される。Sは兩半分に分割しうるので、二つのネジで組合せられ、



第 21 圖

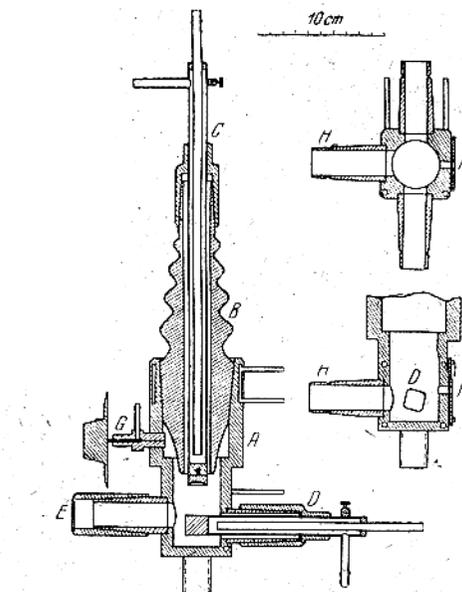
その間隙に細隙の幅に等しい厚さのアルミニウム箔又は黄金箔を挟んで適當な細隙に出来る。X線管に可成な大電流を加へられる様に、ハンダ付け及び封蠟付けの個所 A, B 及 C の周圍に圓形の溝 K_1, K_2 及 K_3 を設けてある。管の動作中には、これらの溝を通して水を流す。對陰極は銅管で、その先端を斜めに切つて、銅板 E が銀鍍付けしてある。この銅板の面には鍍目を入れて、これに種々の被験物質を置く(第36節参照)。この對陰極はビセインで硝子の擦合せ F に固定して、主體より絶縁されて居る。對陰極も亦水で冷却される。熱陰極は銅管 K よりなり、その先端にフィラメントがある。銅管の上下端には、銀鍍付けされた銅の圓盤 M, M がある。銅管と同心的に細い眞鍮管があり、その兩端は M, M に銀鍍付けしてある。更に眞鍮管の中心には、鐵の針金 N が通り、その一端にはニッケル製の小さな電極をネジにて締付けこれにフィラメントを取付ける様に細い穴とネジを備付けてある。鐵の針金を眞鍮管と絶縁するために、眞鍮管の兩端の直徑を少しく大きくして、小さな水晶管を通す。鐵の針金はネジで引張つて置

く、フィラメントは螺旋状又は長いコイル状として、その先端を上述のニツケルの電極の小孔中にネジで固定し、他端は陰極の下端のMなる圓盤につけた電極端子にネジで取付ける。フィラメント



第22圖

を巻く補助器具は第22圖に示したものをを用ふ。コイル状のフィラメントでは、直線状の焦點が出來て、一定方向に大きなエネルギーを送ることが出来る。その正しい位置は陰極支持管Hを廻しながら、螢光板で検査出来る。對陰極は四面を備へたものは、試料を取換へるために排氣を中斷する手数が省けるから多く用ひられる。(第23圖參照) Iは集中圓筒で電子レンズの役目をなし、焦



第23圖

點の大きさを決定する。X線管の内に圖の様に對陰極及陰極の支持體が互に直角の位置に無く、一直線上にあるものに於ては、陰極線の中散亂したものが、容易に對陰極及それの附屬物の附近に到達する。そのためにそれらに吸着した氣體、又内部にへみ出たピセインより蒸氣が出て眞空を悪くする。その結果大電流が通れて、擦合せを局部的に熱し、放置すれば、擦合せが破壊する。

又擦合せの硝子の内部は常にグリース及金屬の壞散したものが多分に附着せぬ様に注意しなければならぬ。擦合せの破壊するのは主にそれと圓錐體の先端との接觸せる個所である。

それ故圓錐體の先端は、硝子の膨みの部位迄突出せしめ、又圓錐體にはグリース止の溝を掘つておく必要がある。電子管を操作するときは、所謂飽和電流があつて、一定の電壓では、フィラメントを燒損することなしには、管電流をある一定値以上増大し得ない。例へば、12500Vの際に70mA流れても7000Vでは14mA以上流れない。即吸收スペクトルを撮る際の如く比較的低電壓で大電流を欲する様なときに不都合である。併し一定電壓では電流は對陰極と陰極との距離に略逆比例するから、或程度この距離を小としてこの困難を避け得られる。

33. イオン管

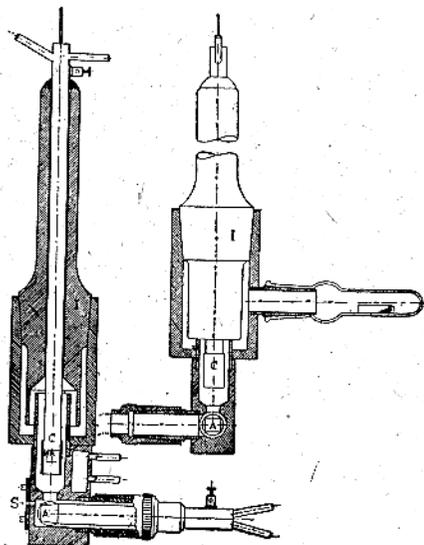
イオン管は管中の残留瓦斯の電離によつて出來た陽イオンが陰極に高速度で衝突した際生ずる電子流を利用してX線を發生するものである。分光器に用ふるものは封した管球とは異り、對陰極をば容易に取換へ出來又陰極も新しくしう¹⁾必要がある。種々の型のものがあるが次に一例を舉げる。第23圖に於て圓筒形の主體Aは大きな磁器製の絶緣體Bを支へて居る。これに陰極Cが固定される。

Dは主體と同じ電位にある對陰極である。X線はアルミニウム箔で被はれた窓Fより管外に出る。

管内の壓力を調節するためには、針を内部に備へた可調節漏洩瓣Gを用ふる。管の内部は覗き窓Eによつて見える。排氣裝置へはHよりトンバツク管で連結される。管の主體及對陰極は接地されて居るから容易であるが、陰極は高電壓側であるから、小さなポンプを用ひて油を循環せしめて、冷却するか、又は數十米の長い硝子管を通じて水自身の電氣抵抗を利用する。このことは前の電子管の對陰極冷却にも應用される。電源は變壓器と整流管を用ひ、管を安全に動作さすために、變壓器の接地側に高抵抗を入れる。その程度は電壓に略比例し、有效電壓60KVで約十萬オームである。陰極の物質は壞散の少いアルミニウム又は

1) A. Sandström: Z. Physik 65 632 (1930)

0.5%の炭素を含む普通鋼を用ひる。第24圖は²⁾このイオン管をその儘電子管として用ひたもので両者に兼用出来る。イオン管の特徴は陰極のタングステン・フィラメントよりの壊散なきことで、水



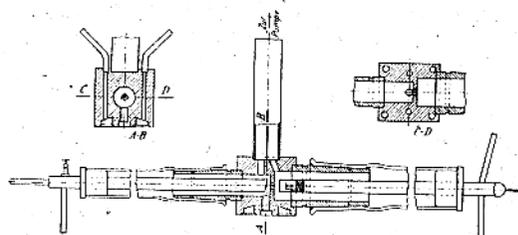
第 24 圖

素を用ふれば、酸化を防止し得、この場合陰極の壊散は空気のとときより小さい。又對陰極の物質が陰極線の影響の下に容易に分解して、水分及種々の蒸氣、氣體を出すものには、フィラメントは比較的短時間に断れるが、この様な場合にはイオン管の方が都合がよい。

34. 軟X線分光用X線管

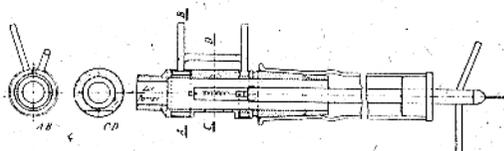
電子管はその電圧、電流の調節が簡單で廣く用ひられて居るが、フィラメントの物質が對陰極に沈着するために種々不都合の點が生ずる。この現象は水蒸氣が管中に残存して居る時に甚だしい。白熱したフィラメントに衝突した水の分子は熱分解を受けて、その際生じた發生機の酸素は金屬に作用して、酸化タングステンを生ず。これは相當大きな蒸氣壓をもつて居るので容易に蒸發して對陰極又は管壁に沈着する。一方フィラメントの表面で水の分子が分解して生じた水素は、管球の低壓では無衝突で直接對陰極又は管壁に至り、先に沈着した酸化物を還元し再び水と成る。この様にして、水分が少しも減少せず、フィラメントの

タングステンが逐次運び去られて了ふ。このためにフィラメントは消耗し、又對陰極は重いタングステンで被れる。この被膜は特に軟X線では有害で、質量吸收係数は原子番號の四乗に比例するから、被驗物質より出る軟X線を強く吸收する。このために、白金線上にCa, Sr, Ba等の酸化物を塗布した陰極を用ひたり、又は非常に良い真空として、水分を除去し且陽イオンがフィラメントに衝突せぬ様にする。併し真空分光器を用ふるときは、屢々空気を管中に入れるために非常な高真空は實際に得難い。又7Å以上の長波長X線はタングステン・フィラメントの光を完全に吸收する様なものには、大部分吸收される。このタングステンの沈着と光とを除去するために、イオン管を用ふる研究者もあり、又屢々上述の酸化物陰極を用ひて光を減じる場合もあるが、この酸化物の層は水分その他に敏感であつて、壽命はタングステンに劣る。本節に述べる電子管はタングステン・フィラメントと對陰極の間に隔壁を設けて、フィラメントの物質沈着とその光線を防ぐために設計されたもので軟X線用に適して居る。第25圖は管の内



第 25 圖

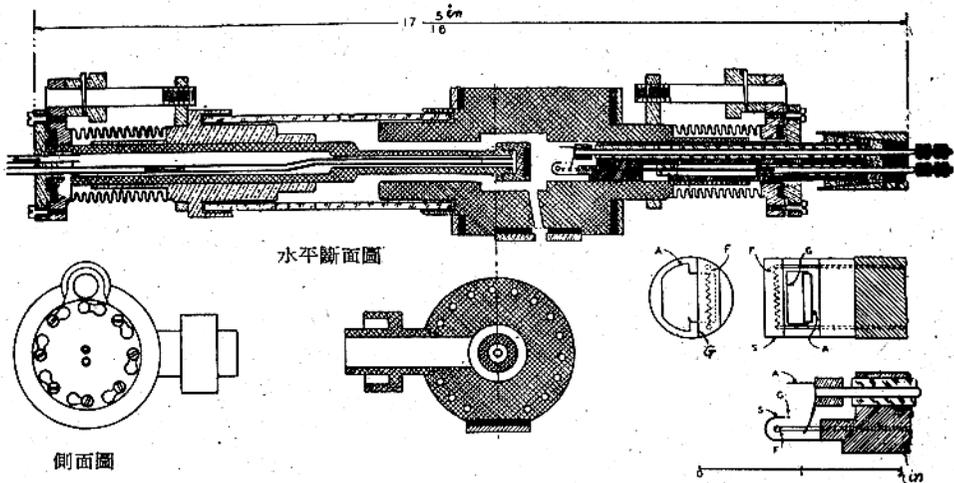
部に2—3mmの厚さの隔壁を設けて、二つの部分に分けて居る。この隔壁は直接熱陰極に對向して居つて、小さな孔を多く有し、この孔をば對陰極側で5—7μのアルミニウム箔で閉ちてある。このために陰陽兩極の物質は相互に他に影響しない。アルミニウム箔を電子が通過する際に減速されるが、管電壓を上昇すればよい。第26圖の型はX線の窓のアルミニウム箔を對陰極として兼用するのでその大いさは15×2mm、試料はアルミニウムの



第 26 圖

2) S. Idei: Science Reports Tohoku Imp. Univ. Ser. 1. 19 559 (1930)

上に持來る。第27圖³⁾は一種の三極管で右下方に示したものが陰極部である。Fはコイル状のフィラメント、その隔壁Sはモリブデン鍍製にて、補助電極の一部Aに面して長方形の孔があるのみで、Fを取圍んで居る。電子は補助電極のために上の隔壁の長方形の孔より引出され、更に對陰極の高電圧のため



第 27 圖

に、對陽極に衝突す。補助電極は主體より稍子で絶縁され、二つの部分よりなる。一つはタングステンの線を曲げて、フィラメント隔壁の孔の面上に接近せしめて置いたグリッドGで、他はAである。補助電極は300—400Vの正の電位に小さなラジオ用の變壓器で保たれて居る。この管の高電圧源として、交流を印加するときは、變壓器は補助電極と對陰極とが、同じ電壓の半サイクルの間に共に正になる如く配線して使用する。一例として管電壓を20KVに於ては約16mA、補助電極の電流は5mA以下である。全整流のときは兩者の電流は二倍となる。

35. 對陰極上の不純物

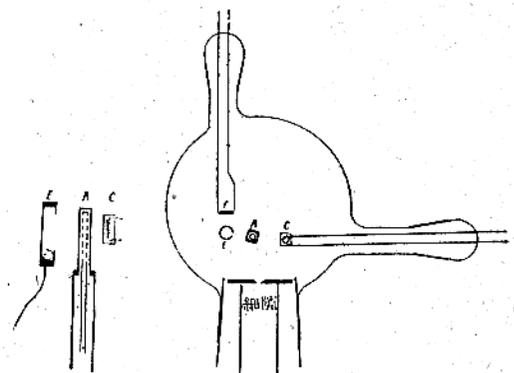
前節に述べたフィラメントの壊散の他に非常に長い波長即超軟X線に於ては管内に残存して居る氣體及蒸氣が問題である。即不純物のスペクトル線として、窒素のKa線⁴⁾で、これはWN₂より出るものと考へられる。又對陰極の酸化のために酸素のKa線も現れる。又擦合せに使用のグリースの蒸發に起因する炭素のKa線も出る。これはよく固着した黒い輝いたものである。これを除去するには、對陰極の溫度を特に上昇する様に鐵の様な熱傳導の不良な金屬を對陰極として用ふるか、

又は蒸氣壓の低い良質のグリースに黒鉛の粉末を混ぜて擦合せに塗つて、グリースの蒸氣を防げばよい。

36. 對陰極試料取扱法

(A) 金屬

對陰極の物體とよく接觸せしめて、熱傳導をよくすることが必要で、金屬又は合金よりのX線スペクトルを得るには薄い鍍として、對陰極にハンダ付け又は壓着すればよい。熔融點の低い鉛及蒼鉛等は豫め錫引きした對陰極へ鑄込めばよい。鍍となすに困難で又ハンダ付けしえないときは、對陰極中に鑄込めばよい。又電気鍍金法、高眞空中での蒸發、及び陰極線の壊散法で對陰極に薄い金屬の被膜を作る。これは研究せんとするものをフィラメントにしてX線管中にて行へばよい。又はタングステン・フィラメントに研究せんとする金



第 28 圖

3) E. Dershem: Rev. Sci. Instr. 7 86. (1936)

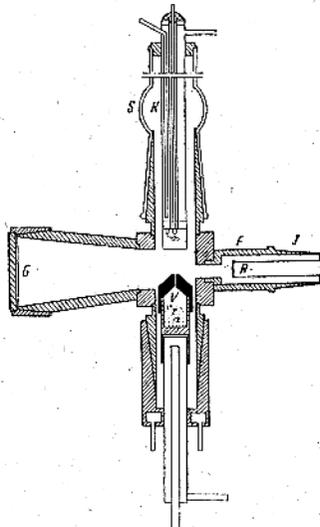
屬を跨がらして加熱蒸發せしめてもよい。又管中に空気を2—3mm水銀柱程度入れて放電すれば陰極壊散に依つて陰極物質が對陰極上に附着す。これを連続的に繰返し行へる一つの方法は第28圖の如く、X線管内に蒸發装置を永久的に設備すればよい。小さな試料の塊をばタングステン・フィラメントFの近傍Eに懸垂し置きフィラメントを加熱する。容易に蒸發する材料はフィラメントの熱輻射で充分である。しかし蒸發し難い材料は約1000Vの電壓を加へて、陰極線衝撃に依つて塊を灼熱すれば便利で、大低の場合熔融點の少し以前でよく蒸發する。何れの場合にも細隙に附着せぬ様に注意しなければならぬ。

(B) 粉末狀試料

粉末狀試料は豫め磁製坩堝内で乾燥させれば速かに高真空を得られる。これを對陰極上に盪目を入れてその條痕に摺附けるか、又は壓着する。物質によつて附着せぬときは、黒鉛と混ぜるか、シエラックと混ぜて揮發性分を熱して取除くか、又はシエラックを對陰極上に薄く引いてその上に粉末を振懸けて薄い層とし、この對陰極を加熱して、揮發分をば除去してもよい。又珊瑚砂、無水珊瑚酸等も用ひられる。又物質によつては、アルコール又はエーテルその他の溶媒に溶かして塗布し後これらを揮發せしめてもよく附着する場合がある。

37. 氣體のX線スペクトルを得るX線管

氣體及蒸氣のX線發射スペクトルを得るには特別の管を必要とする。普通は陰極線を直接蒸氣の中を通す。よい真空を確保するためには、この蒸氣を可成速かに凝結しなければならぬ。第29圖はその一例であつてカリウムの蒸氣のK α 線である。



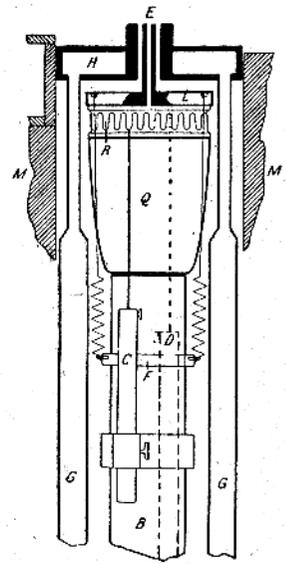
第29圖

Vは蒸氣發生部で

4) H.W.B. Skinner: Roy. Soc., Phil. Trans. 239 95 (1940)

5) A. Björkeson: Z. Physik 55 327 (1929)

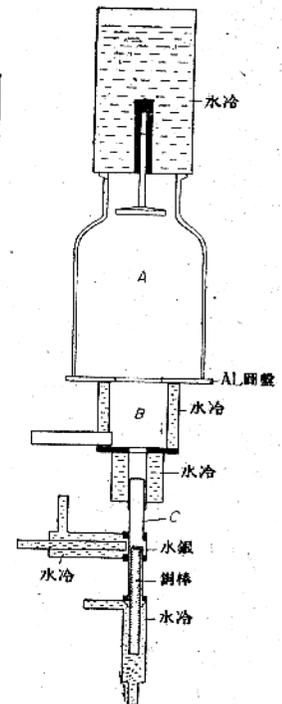
あつて、その上部にて陰極線が衝撃し、下部は水で冷却される。Gは硝子板を備へた覗窓である。第30圖は硫黃の蒸氣を發生せしめる設置で、Bは水冷の銅管でその上部に高さ3cm、上部の直徑26mmの水晶の坩堝Qがある。その内部には硫黃が入つて居る。硫黃が沸騰せず上部よりのみ靜かに蒸發するやうにQの上部をタングステン線で加熱する。硫黃の蒸氣はEより噴出し上方(圖には示さず)に凝結す。陰極線は左方より出で、硫黃の蒸氣よりX線を發生せしめる。



第30圖

38. 液體よりX線スペクトルを得るX線管

この一例として第31圖の如きものがある。これはイオン管で、上部にはアルミニウム製の陰極がある。Cは直徑1cmの眞鍮管でその下部は銅の棒で閉ぢられて居る。銅棒の上部は水銀で鍍金し、その上に少量の水銀があり、これが對陰極となつて居る。X線の出口の窓は雲母である。

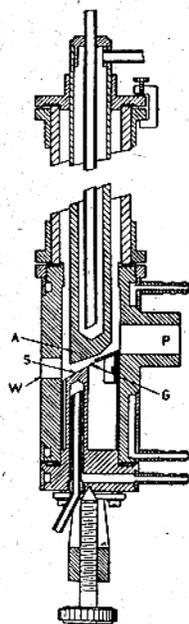


第31圖

6) A. Müller: Phil. Mag. 42 419 (1921)

39. 二次X線管

上述のX線管は陰極線を以て、對陰極物質を衝擊して、一次X線スペクトルを得る一次X線管であるが、これに對して、X線で試料を照射して、螢光X線を發生せしめる二次X線管がある。以前は上述の様な氣體、液體又は蒸發し易い物體より直接陰極線によつて、衝擊することは困難であるから、試料をX線管の外部に置いて、二次X線を發生し得た。併し、二次X線は一次のものに比し強度が小であるから、二次X線放射體を管内に封する様になつた。この一例は第32圖⁷⁾⁸⁾に示す。Sにはスペクトルを得る試料を置いてある。



第32圖

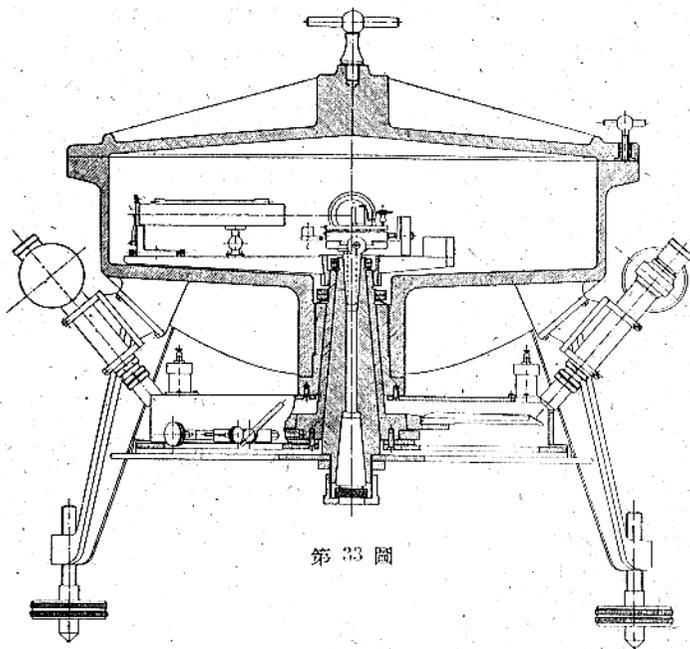
Gはタングステン・フィラメント、Aは對陰極である。Aより發生する一次X線はSで二次(螢光)X線を生じる。Sをば負極に電氣的に連絡しないときは、S上へ落ちる電子は電場によつて減速せられずに、Sより出るX線は大部分X線で勵起されたものではなく、Sに来る二次電子によるものである。かゝる⁹⁾X線の發生方式を混合勵起法と云ふ。

それ故に純粹の二次X線を得るには、Sを負極に接続しなければならぬ。陰極線の作用で分解する物質には二次X線管を用ひると比較的強力なX線スペクトルを得られる。

40. Siegbahn式精密真空分光器

- 7) E. Alexander, A. Faessler: *Z. Physik* 68 260 (1931)
- 8) D. M. Coster, M. I. Druyresteyn: *Z. Physik* 40 756 (1927)
- 9) R. Gloecker, M. Schreibr: *Ann. Physik* 85 1089 (1928)

Braggの分光方法(第1章3)の原理に依つて設計されたもので、精密に波長を測定するに、用ひられ特に波長の長い軟X線に適して居る。これは第



第33圖

33圖に示すものである。真空槽の下方に互に軸を共有する圓錐體の擦合せがある。内部の圓錐體は結晶臺を、外部の圓錐體は乾板を支持して居る。之は便宜上「結晶圓錐」及「取枠圓錐」と呼ぶ。下方には十字の腕が附けてあり、各々の腕に夫々一個の副尺を附けてある。副尺と一つの簡單な角度盛圓盤によつて、結晶の廻轉角が知られる。この簡單な度盛圓盤はその内部にある精密な度盛圓盤を有しその保護の役目も兼ねて居る。精密度盛圓盤は内部の圓錐に固定してあつて、乾板支持臺の廻轉角は、接眼尺度を備えた二個の顯微鏡で精密に讀まれる。 $\frac{1}{2}^\circ$ 毎の目盛であつて、1'より2'迄精密に讀みとり得る。外部の圓錐の微動はマイクロメーターでなされるので、乾板支持器の位置を上りの如き角度の範圍内に調節することが出来る。

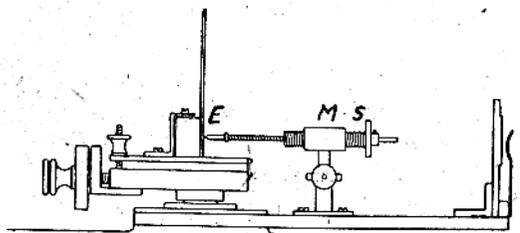
41. 分光器の調整方法

Braggの分光原理を満足するためには、結晶はその反射面を正確に廻轉軸に平行とし、且それを含まなければならぬ。このために結晶臺は水平軸の周りに廻轉出来又水平面内に水平軸に垂直な方

向に微動出来る。

(a) 結晶の反射面を廻轉軸と平行にするにはその補助の器具として、十字線を備へた簡単な顕微鏡、一枚の小さな薄い平行平面の硝子板及び垂直の目盛尺度を備へた一個の望遠鏡があればよい。先、平行平面硝子板をば結晶面に密着して縛り付ける。この硝子板は分光器擦合せ面の上方へ少し出て居らねばならぬ。望遠鏡の直ぐ側へ垂直に置いた尺度の目盛が硝子板で反射してその像が望遠鏡で見える様にする。常に二つの像が見えるが結晶面に近いものを利用すればよい。扱この尺度の読みを取り、次に結晶臺を 180° 廻轉して、再び尺度の読みを取る。この前後の二つの読みの中間が望遠鏡の十字線に來る様に、結晶臺の下のネジを調整する。更に之を 180° 廻轉し、上の操作を繰返し廻轉前後の読みが一致したとき結晶面は廻轉軸に平行となる。硝子板は一般に平行ではない場合があるから、上の観測は硝子の上部を用ひたのだから、次に硝子板をば上下をその儘とし裏返して今一度上同様に観測し二つの読みの平均をとる方がよい。

(b) 結晶面を廻轉軸上に一致せしむるには次の如くす。第34圖に於て、Eは象牙の針で細い管の



第34圖

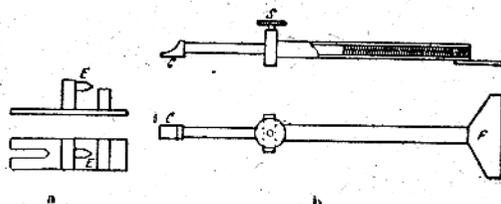
先にあり、その管の軸に平行にM及Sなる雌雄のネジで動かさる。象牙針の尖端を硝子面に壓着する。次に硝子面を取除いて、先づ顕微鏡を分光器上に固定し、十字線の交點を象牙針の尖端の像と一致せしむ。次に結晶臺を 180° 廻轉し象牙針迄の距離を知る。この半分だけ象牙針を動かし、残半分は顕微鏡の中心を動かして十字と象牙針を一致せしむ。この調整を繰返せば、結晶臺を如何に廻轉するも、象牙針の尖端は視野中の一點に留ることとなる。このときの尖端の位置が廻轉軸であり、その象牙針の尖端迄結晶面を水平に動かすネジにて結晶面を移動すれば、調整は完了する。この様

にして乾板支持臺の廻轉軸に結晶表面を整調し得る。

(c) 結晶の零位置即結晶表面を細隙及廻轉軸を通る垂直面内に入れるには、X線管の細隙を光で照し、取枠に白紙を入れて、直接光と反射光とを一致せしむればよい。

(d) 乾板の零位置を決定するには、取枠に小さな鏡を入れる。反射光が細隙と一致する位置に取枠を固定せば、鏡面は細隙と廻轉軸との平面に直角となる。この乾板の零位置は精密度盛圓盤上で讀み得る。

(e) 廻轉軸と乾板との距離の決定 このために第35圖の補助器具を用ふ。装置aの部分に結晶臺



第35圖

に置き、象牙針の尖端Eが廻轉軸上にある様に調整する。装置bはそのCの部分に尖端Eに合し、ネジSを緩めて金屬の部分Fが乾板を壓する様にし、その後ネジを締める。

この長さをコムバートルで讀めばよい。

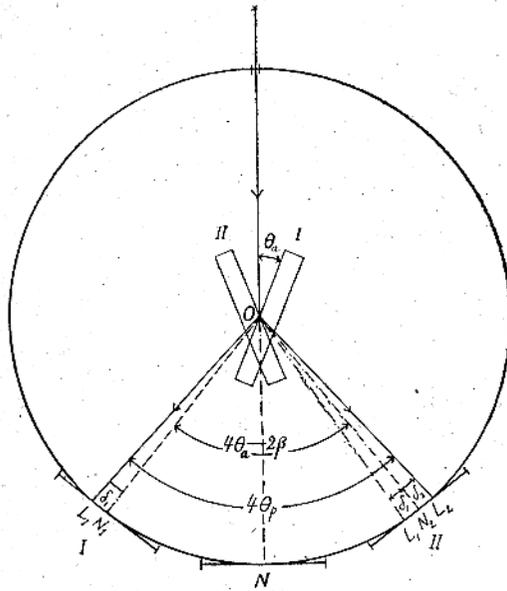
42. 波長の精密測定法

先Braggの關係式 $n\lambda = 2d \sin \theta$ に依り、格子常數の既知のものをを選び、 θ を計算して、之を θ_n とす。

結晶は正しく調整され、又取枠及結晶の零點位置は前述の如くにして定められたものとす。取枠を第36圖に於てIの位置に持來る。取枠への法線 ON_1 は直線ONと $2\theta_n - \beta$ なる角度をなすものとす。この位置へ取枠を固定し、結晶をIの位置に据える。このときBraggの焦光法の原理を満足して居るから正確に合はさずともスペクトル線の位置には變化はない。寧ろ結晶面の凹凸の影響を避けるために僅少の角度 θ_n の周りに露出中廻轉させた方がよい。

このときスペクトル線は乾板上 L_1 へ撮影される。次に取枠をIIの位置に持來り固定する。

但このとき法線 ON_1 は舊位置 ON_1 と $4\theta_n - 2\beta$ の



第 36 圖

角度をなして居る。結晶をIIの位置に持来り、前の如く露出すればスペクトル線はL₂に撮れる。

それ故に寫眞乾板上にはL₁及L₂なる二本のスペクトル線が現れる。この距離は先に任意に選ばれた角度βに依存し、普通1mm乃至3mmとなる様を選ぶ。この様な撮影の際に全廻轉角は4θ_a-2βである。今求めんとする精密なBraggの角度をθ_pとすれば、位置I及IIに於けるOL₁及OL₂の角度は4θ_pである。全廻轉角より之を計算するにはδ₁+δ₂=Δθを知らなければならぬ。

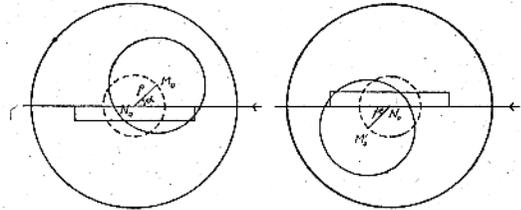
之は乾板上のスペクトル線の間の距離と廻轉軸より乾板迄の距離Rを知れば求め得る。

故に

$$4\theta_p = 4\theta_a - 2\beta + \Delta\theta$$

θ_pの誤差は全廻轉角及Δθの誤差の四分の一となる。全廻轉角は分光器附屬の精密な度盛圓盤及顯微鏡で行へる。Δθの誤差には種々の原因がある。(1) スペクトル線は常に少しく彎曲すること。これは焦點の存する水平面がスペクトル線を切る點で測定すれば避け得るものである。(2) 結晶表面が廻轉軸上に存在せぬこと。これは調整方法の不行届の他に装置固有のもので、乾板支持臺と結晶支持臺の廻轉軸が一致せぬ場合であつて、諸々の調整方式の何れを選ぶかに依存する。これらは偏心誤差と云ふ。次に結晶の表面が精密度盛圓盤從つて乾板支持器を固定してある圓錐の軸を

含む様に調整された場合を考へる。扱内及び外部圓錐の軸即結晶圓錐及取枠圓錐の廻轉軸を第37圖に於てM₀及N₀とす。(但しこれはX線を含む水平面での断面とす)取枠圓錐を廻轉して居る間軸M₀はN₀點を中心とし半徑ρなる圓を描く。これを“偏心圓”と云ふ。乾板及結晶位置を固定する以前に、結晶は零位置にあるものとす。即細隙の中心及軸N₀を通る垂直面内にある。乾板も亦零



第 37 圖

位置に設定する。即上記の面に直交せるものとす。結晶の零位置と垂直平面との交線を標準線に選び、直線N₀M₀となす角をαと記す。このときスペクトル線を上述の如き二重法にて測定するときそのθ_pに入る誤差は

$$\Delta\theta_p' = \frac{\rho \cos\theta}{R} (\sin\theta \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) \quad (42.1)$$

となることが計算出来る。扱分光器は乾板支持器及結晶支持臺も共に夫々度盛圓盤、即内外の圓錐體に對してその相對的位置を變じうる様に設計されて居る。今乾板支持器を圓盤より緩めて精密度盛盤を180°廻轉した位置で乾板支持器を再び固定する。即取枠を外部圓錐に對して180°置換せることとなる。このときは前の結晶臺の廻轉軸M₀は乾板支持器の廻轉軸N₀に對して丁度180°廻轉して新しい位置M₀'をとる。このとき前同様にスペクトル線を二重法にて撮影せるとき生ずるθ_pの誤差Δθ_p''は

$$\Delta\theta_p'' = \frac{\rho \cos\theta}{R} (-\sin\theta \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) \quad (42.2)$$

上述の如く二度の二重撮影法のθ_pの平均値をとれば、その誤差は

$$\Delta\theta_p = \frac{\Delta\theta_p' + \Delta\theta_p''}{2} = \frac{\rho \cos\theta \cdot \sin\alpha}{R} \quad (42.3)$$

ρの値は直接測定して求め得るから、αを知れば、この補正は計算し得る譯である。併し結晶面を角αが零になる様に調整すれば

$$\Delta\theta_p = 0 \quad (42.4)$$

となり誤差はなくなる。

然し分光器の構造上調整方法に種々の方法がある。例へば取枠を設定する間結晶を固定し、取枠を固定して後に結晶面をあはす法もある。このときは誤差は前と同様である。

上の二方法は共に結晶面を取枠の廻轉軸に調整した場合である。併し結晶面を結晶圓錐の廻轉軸に調整すれば、取枠を180°置換する前には誤差は

$$\Delta \theta_P' = \frac{\rho \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot \cos \alpha}{R} \quad (42.5)$$

取枠を180°置換した後のものは

$$\Delta \theta_P'' = -\frac{\rho \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot \cos \alpha}{R} \quad (42.6)$$

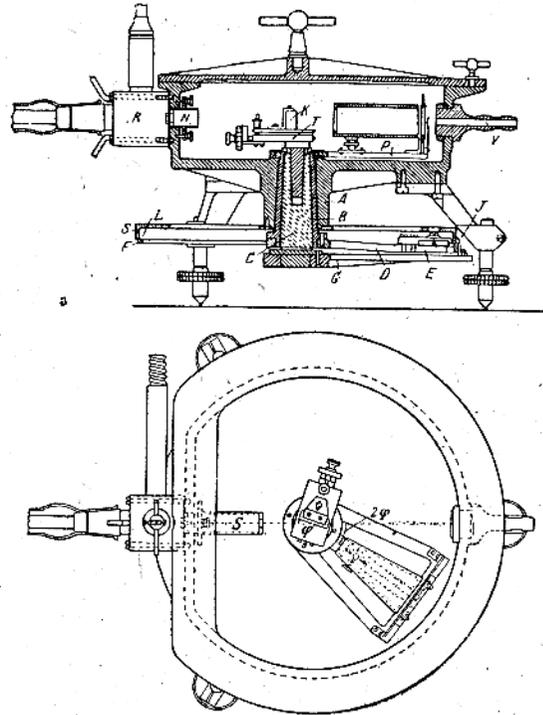
(42.5) 及 (42.6) の二式より、これらの平均値 θ_P の誤差は

$$\Delta \theta_P = \frac{\Delta \theta_P' + \Delta \theta_P''}{2} = 0 \quad (42.7)$$

取枠を設定する際に結晶を静止さしても同一の結果を得る。上記の様にして偏心誤差は種々の方法で除去出来る。併しすべて乾板支持器を精密度盛圓盤に對して180°の置換を行はなければならぬ。實驗上最も簡単な方法は結晶表面を結晶圓錐の軸に合はす方法でこのとき α の値を知る必要がない。

43. Siegbahn式普通型真空分光器

Siegbahn及びその一派によつて、X線スペクトルの精密測定が行はれておるから、多くの場合光の分光學に於けるが様に單に波長の知れたスペクトル線を基準として相對的に波長を決定して充分である。この種の目的に對しては真空分光器の構造は相當簡單となる。この型の代表的のものは第38圖の構造をもつて居る。結晶臺 T 及乾板支持器 P の位置は容器の外部に出た二つの廻轉腕 F で必要な角度に調整出來て、角の度盛は20'毎に刻んだ度盛盤があるのみで、前の様な精密度盛盤及顯微鏡は備へて居らぬ。上の二つの圓錐は B 及 C で A で支へられて居る。外部の圓錐體の上方は乾板支持器 P を固定し、下部には腕 D があり、その端には指針と V 迄讀める副尺がある。乾板の前には細い白金又はタングステンの十字線があつて、この像を波長測定の基點とす。内部の圓錐の上部は結晶支持臺 T を支ふ。下部は腕 G でその先端に指針 J がある。 R はX線管、 V は排氣孔、高真空側と低真空側とは圓筒 N の所で薄いアルミニウム箔



第38圖

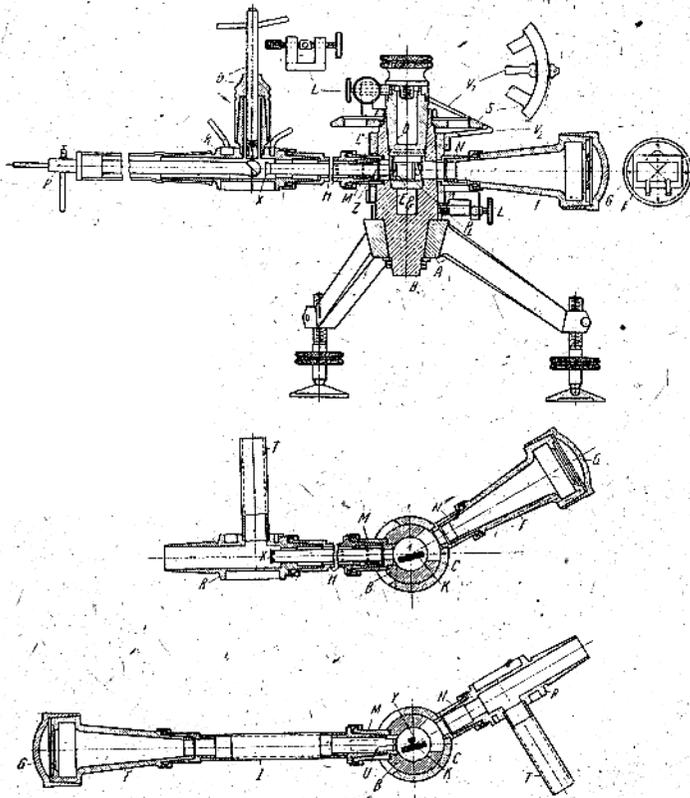
で境されて居り、 N に細隙がある。

窓に用ふる物質としてアルミニウム箔の厚さ 7μ のものは 6\AA 迄は差支へないが、 6\AA より 8\AA 迄のX線を殆んど吸収する。 8\AA より 13\AA 迄は再び Al の K 吸収端以上の波長であるから吸収少く 7μ のアルミニウム箔を用ひ得る。 6\AA より 8\AA の範圍は薄いセロファンがよいが、黒色のタイプライター用複寫紙（カーボンペーパー）を用ふると吸収比較的少くタングステン纖維條の光も蔽ることが出来る。

44. 高真空萬能分光器

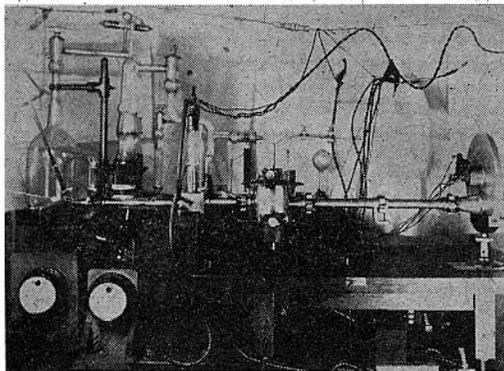
非常に長波長の所謂超軟X線の範圍を研究するには、分光器をも高度の真空にしなければならぬ。これは空氣の吸収を憂ふるためではなく、寧ろX線管と分光器との間にある窓の物質を薄くしうるため又は全然取除きうるためである。この種の一つは Siegbahn と Thoraeus とに依つて設計された高真空分光器で、分光器の排氣すべき容量が甚だ少くなつて居る。その構造は第39圖の如

10) M. Siegbahn, R. Thoraeus: *J. Opt. Soc.*

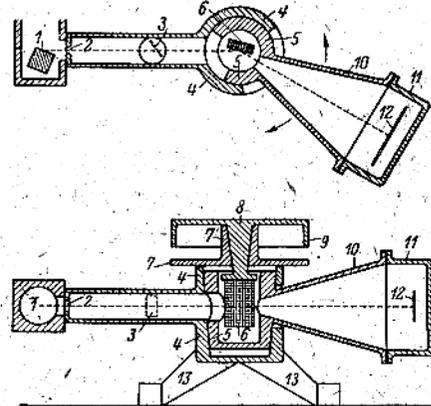


第 39 圖

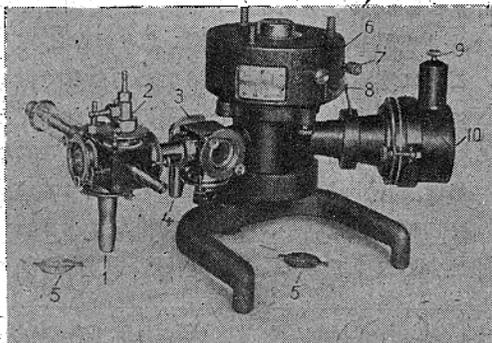
く、分光器の主體は、その中心を
 刻つた銅鐵製の圓錐體Bである。
 この下部は三脚で支へられて、垂
 直軸の周りに自由に廻轉出来る。
 圓錐の壁には圓筒形の管が附屬
 し、その内側は擦合せMとなつて
 居る。同様な擦合せを備へた管N
 があり、これは眞鍮の圓筒Cにハ
 ンダ附けしてある。このCはBと
 擦合せで、互に廻轉し得る様にな
 つて居る。この二つの管M及Nに
 X線管R及乾板支持器Fを擦合せ
 により氣密に取着け得る。Dは圓
 錐の擦合せで結晶支持臺である。
 結晶及乾板の位置はV₁及V₂で讀
 む。第39圖の中央はBragg法、下
 部は Seemann の双法分光器とし
 て用ひた場合であつて、種々の方
 法に用ひうる萬能分光器である。
 著者はこの装置に平面廻折格子を
 用ひた。結晶より乾板迄の距離を
 非常に長くしても、分光器の排氣



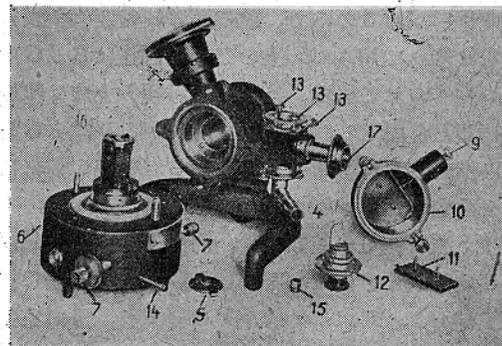
第 40 圖



第 41 圖



第 42 圖



第 43 圖

容量が大して増さないで、使用に便であるか結晶及乾板廻轉範圍に構造上制限があるのが缺點である。

第40圖はこの場合の装置全體の外観であつて、この分光器の反射角度は第39圖のもの約2倍の範圍に亘つて變化し得る。

第41圖より第43圖に示すものは上述のものとその原理は全く同一であるが更に取扱いに便なる如くした型である。

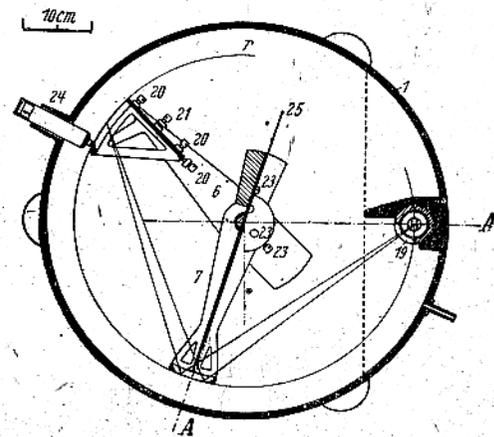
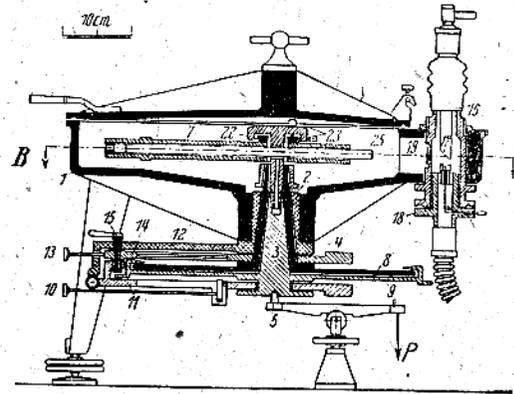
これは第42圖及第43圖の様に結晶面の廻轉軸を垂直及水平に用ひ得る。擦合せの部分はゴム・パッキングで置換してある。第41圖及第42圖の(3)の部分はX線方向が正しく調整されて居るかを擦合せで外部より動かし得る螢光板で覗き窓より検査し得るやうになつて居る。吸収スペクトル撮影の際にはその支持臺ともなし得る。(11)は取枠であるが、その覆は(9)に依つて真空中で閉出来る様な構造をもつため、乾板を分光器に入する時暗室とする必要はなく便利である。

45. 彎曲結晶真空分光器

在來X線分光學に於て結晶を用ふる波長の範圍に於ては、普通分光學の凹面格子に相當するものを見出すことは不可能と考へられ、細隙は缺くべからざる一つの要素であつたが1930年 Johann及 Johansson は相續いで彎曲せる結晶を用ひて、結晶の全面を同時に利用し得て、又細隙は不要となつた。このためスペクトルの局部的明かるさは約100倍となれり(第二章20参照)次に Johansson の分光器の概略を述べる。

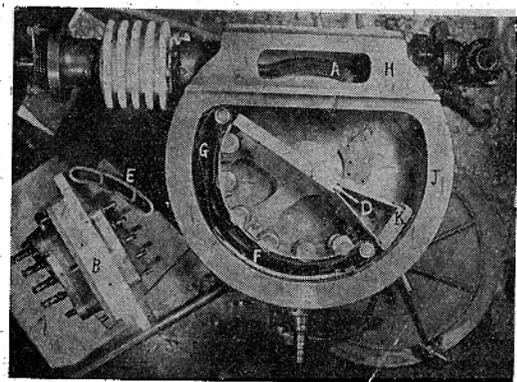
第44圖に於て、主體(1)の中央に(3)及(2)の内外の圓錐體があり、これはPなる重量で尖端(5)にて支へられて居る。外部圓錐體(2)は取枠の腕(6)を、又内部圓錐體(3)は結晶支持臺の腕(7)を支へて居る。取枠の圓錐體には角度盛圓盤(8)があり、結晶の圓錐體は十字の腕(9)を備へ、これに指針が附屬して居る。結晶支持臺及取枠支持器は共に又は單獨に外部よりX線管(19)に對して移動し得る様に設計されて居る。

第45圖及第46圖は著者の設計せる高真空X線分



第44圖

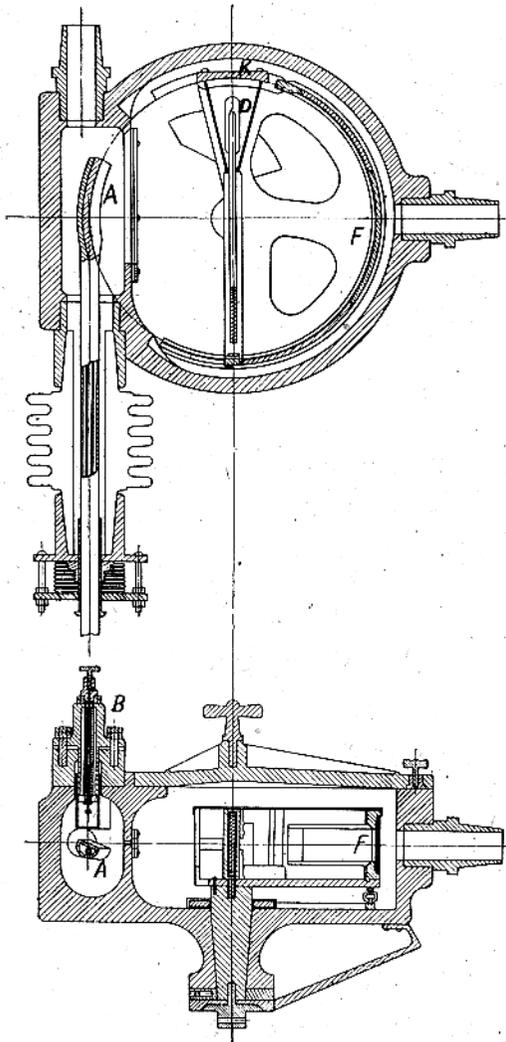
光器で、長い圓弧狀のX線發生源を用ひて、全く靜止せる場合にも非常に廣い範圍を同時的に撮影し得た。即全體的明かるさ(第二章19参照)を大となし得た。圖中Aは對陰極でローランド圓上に來る様に調整し得る。Bは熱陰極で5個の電極を備



第45圖

11) O. Berg, W. Ernst: "Ergebnisse der techn. Röntgenkunde" ■ 111 (1933)

12) 澤田：日本學術協會報告 第15卷第2號(昭和15年)



第 46 圖

えて居る。

K は結晶支持臺である。 D は鉛板をその内に藏して居る楔で、結晶面の中心線に對立し、その先端は廻轉の中心より、今 α を有效結晶面の分光器の中心に對して張る角、 R をローランド圓の半径、 θ_m を一定位置に對して撮影しうる最大波長のBraggの角とすれば

$$\frac{R \cos\left(\theta_m + \frac{\alpha}{4}\right)}{\cos\left(\theta_m - \frac{\alpha}{4}\right)}$$

の距離にあり、結晶支持臺とフィルム支持器の廻轉に伴ひ θ_m の函數として自動的に進退す。 G は鉛ゴムにして、結晶及其の支持臺より發生する散亂X線を可及的に除去するもので、フィルムの廻轉の二倍の速度にて同方向に運動し、これによつてスペクトル線反射範圍の位置にあるもののみを感じその範圍外のフィルムに無駄なカブリを生ずることを防止す。尙本分光器は二次X線をも同時に撮影し得る様にX線の取出口は上下二段になつて居り螢光法にも使用出來對陰極が長大な面積を有して居る關係上甚だ強度の大な螢光X線スペクトルを得られる。

本邦に於けるX線學に 關する文獻 (其の八)

- フオルムアルデヒド-尿素縮合物に關する研究(第4報) メチロール尿素及びメチロール生成状態 門脇博明: 大工試 14 (6) 1-81 (昭8, 1933)
- 珪酸石灰鹽の乾式熱合成に關する研究(第7報) 永井彰一郎, 村上惠一: 工化 36 1136-1141 (昭8, 1933)
- 陶磁器原料のX線的研究 仲井俊雄, 深見芳雄: 京工研 14 1-44 (昭8, 1953)
- 陶磁器原料のX線的研究(第3-4報) 1100°, 1200~1500°に加熱の場合 仲井俊雄, 深見芳雄: 工化 36 1330-1344 (昭8, 1933)
- ヨモギ葉のアミラーゼ ヨモギ葉の榮養價(3) 酒井亮次, 林田傳: 藥學 53 343-358 (昭8, 1933)
- 蒟蒻マンナン(X線)的研究 櫻田一郎, 淵野桂六: Sc. P. 21 287-301 總覽(7) 226P.
- 蒟蒻マンナン(X線)的研究(第3報) 蒟蒻ゾルの乾燥或はゲルの凍結の際に於けるミセルの定方位配列 櫻田一郎, 淵野桂六: 工化 36 1586-1589 (昭8, 1933)
- 外力を加へざる場合の纖維素破膜中に於けるミセルの配列 櫻田一郎, 淵野桂六: 工化 36 1580-1586 (昭8, 1933)
- 三保産ベスーブ石のX線研究とベスーブ石の化學式 高根勝利: 岩石 9 24-32 P.I.A. 9-12 (昭8, 1933)
- 硫砒銅鑛(Cu₃As₄S₄)の結晶構造 高根勝利: 岩石 10 211-218 (1933) 11 13-26 (1934) P.I.A. 524-527 (1933)
- 金瓜石鑛山産Energiteの化學成分 鶴見志津夫: 岩石 10 222-225 (昭8, 1933)
- 2-3魚肝油のビタミンD効果 鷺見瑞穂, 川上行藏: 理研報 12 401-404 (昭8, 1933)
- 酸化血色素に對する紫外線及びレントゲン線の作用 山田喜三: 京都府立醫科 9 122-126 (昭8, 1933)
- 酸性白土の物理化學的性質(第6報)酸性白土のX線研究(第2報) 山本研一: 工化 35 1218-1224 (昭8, 1933)
- 酸性白土の物理化學的性質(第7報)アルカリ溶液に對する溶解度と酸性白土の本體 山本研一: 工化 36 1141-1146 (昭8, 1933)
- 纖維素纖維の硝化反應機構と硝化纖維の性質(第4報)硝化纖維の安定性 友成九十九: 工化 37 1143-1148 (昭9, 1934)
- Ni-Cu系の擴散に於けるX線的研究 侯野仲次郎: 京理紀 A 16 249-259 (昭9, 1934)
- 電解白錫の結晶構造に關する研究 平田秀樹, 田中嘉穂: 京理紀 A 143-152 (昭9, 1934)
- 環狀纖維組織の與へるX線圖 淵野桂六: 理研報 13 1187-1197 (昭9, 1934)
- 迴轉結晶法及び纖維組織より生ずるX線斑點の考察 石原昌訓: 工化 37 1245-1251, 1251-1255, 1255-1259 (昭9, 1934)
- セレンウム結晶のX線的研究 田中憲三: 京理紀 A 17 59-78 (昭9, 1934)
- 陰極線迴折による液體及び固體水銀の構造(溫度効果Ⅱ) 掛下彦太郎: 京理紀 A 17 241-248 (昭9, 1934)
- Co及びその化合物のK吸収端 小島公平: 京理紀 A 17 189-190 (昭9, 1934)
- ラミー纖維素の纖維狀醋酸化の速度並に其X線圖纖維素の醋酸化の速度(第4報) 庄司野正雄, 櫻田一郎: 工化 37 1339-1344 (昭9, 1934)
- 纖維素と銅アルカリ液との反應 纖維素-銅アルカリ系並に纖維素-銅アミン-アルカリ系の反應方式に關する考察 高松勇治郎: 織工 10 221-230 (昭9, 1934)
- ニッケルへの銅の擴散に關するX線的研究 侯野仲次郎: 京理紀 A. 15 351-353 (昭7, 1932)
- X線の吸収スペクトル 青山新一, 袋井忠夫: 東北理報 1 23 405-419 (昭9, 1934)
- 活性炭による二酸化硫黃の收容(第2-4報) 有井發巳雄: 理研報 13 1428-1445 (昭9, 1934)
- レントゲン螢光板用結晶の物理的性質の二三 不破橋三, 射和三郎: 學術協報 9 328-331 (昭9, 1934)
- 硝子の連續熔融並に繰返し熔融 不破橋三: 窯協 42 200-213 (昭9, 1934)
- 環狀纖維組織の與へるX線圖 淵野桂六: 理研報 13 1187-1197 (昭9, 1934)
- 電解白錫の結晶構造に關する研究 平田秀樹, 田中嘉穂: 京理紀 A 17 143-152 (昭9, 1934)
- Cholesterin(Zoosterin)及びSitosterin(Phytosterin)のX線の差異 堀田一雄, 松永義明: 學術協報 9 106-108 (昭9, 1934)
- 迴轉結晶法及び纖維組織より生ずるX線斑點の考察(第1-3報) 石原昌訓: 工化 37 1245-1251, 1251-1255, 1255-1259 (昭9, 1934)
- X線管用硝子 石川修三: 特許公告 No. 171 昭和9年1月17日
- 螢石の熱發光スペクトルの研究(I-Ⅱ) 岩瀬榮一: Sc. P. 22 233-241 23 22-23 (昭8, 1933) 23 153-16: (昭9, 1934)
- 螢石の熱發光スペクトル(Ⅲ) 岩瀬榮一: Sc. P. 23 212-223 (昭9, 1934)
- 鉛-アンチモン系合金の狀態圖と共晶凝固に際して現はる、異狀變化 伊澤猛三郎: 旅工彙 83 1-10 (昭9, 1934)

- α-青銅のX線の研究** 伊澤猛三郎, 大日方一司: 旅工記(井上博士記念號) 235—242 (昭9, 1934)
- 玄武岩熔體に諸種成分を混和せる場合の熔體の粘度の變化及び熔體より結晶晶出の順序** 可兒弘一: 岩石 12 57—77, 96—103 (昭9, 1934)
- 陰極線廻折による液體及び固體水銀の構造(温度効果Ⅲ)** 京理紀 A 17 241—248 (昭9, 1934)
- アルミニウムマグネシウム系合金の平衡状態圖** 河上益夫: 金屬 10 532—554 (昭9, 1934)
- X線廻折法による染料の検査(第2報)** 川森日出壽: 京都工藝 1 73—78 (昭9, 1934)
- 米澱粉特に米飯のコロイド化學的研究(第2報) 米飯のコロイド化學的變化と酵素による糖化の難易(豫報)** 北野登志雄: 理研報 13 235—249 (昭9, 1934)
- 珪酸石灰の研究(第2報) 微構造, 近藤清治, 山内俊吉: 窯協 42 303—313 (昭9, 1934)**
- アルミ酸カルシウムの研究(第5報) X線的研究** 近藤清治, 山内俊吉: 窯協 42 313—322 (昭9, 1934)
- 珪酸石灰の研究(第4報) X線廻折** 近藤清治, 山内俊吉: 窯協 42 479—489 (昭9, 1934)
- Co及びその化合物のK吸収端** 小島公平: 京理紀 A 17 189—190 (昭9, 1934)
- 黄銅鑛の結晶構造** 神津俊祐, 高根勝利: P. I. A. 10 498—501 (昭9, 1934)
- 荒川産三角黄銅の結晶構造** 神津俊祐, 高根勝利, 北見靖: 岩石 12 1—14 (昭9, 1934)
- Ni-Cu系の擴散に於けるX線の研究** 侯野仲次郎: 京理紀 A 16 249—259 (昭9, 1934)
- 銅内他金屬の擴散に関するX線の研究** 侯野仲次郎: J. J. P. 9 41—47 (昭9, 1934)
- ビスコース人造絹絲のミセル間隙の大きさ** 松本徳智: 工化 37 827—828 (昭9, 1934)
- 陰極線廻折による炭素粒の研究** 三輪光雄: 東北理報 1 23 242—248 (昭9, 1934)
- 耐熱系ゼーゲル雜のX線の研究** 仲井俊雄, 深見芳雄: 窯協 42 1—11 (昭9, 1934) 日化總 7 284
- 珪酸質の加熱處理による結晶變化(第1報) 主として天然物に関するX線的考察** 仲井俊雄, 深見芳雄: 工化 36 617—624 (昭9, 1934)
- カオリンの加熱による眞比重の變化** 仲井俊雄, 深見芳雄: 工化 37 979—985 (昭9, 1934)
- 特殊鋼の大洲田及び麻留田のX線の研究** 西山善次: 金屬 11 529—538 (昭9, 1934)
- 面心立方晶より體心立方晶への變態の機構に関するX線の研究** 西山善次: 金屬 11 561—589: 東北理報 1 23 637—664 (昭9, 1934)
- 炭酸カルシウムの結晶(第1—3報)** 野田稻吉: 工化 37 729—732, 733—736, 736—738 (昭9, 1934)
- 苦竹の籜及葉の化學的成分及び其等の纖維** 竹材の研究(第13報) 小栗捨藏: 工化 37 776—782 (昭9, 1934)
- アルミニウム青銅の共析變態の性質** 大日方一司: 日鑛 50 649—662 (昭9, 1934)
- アルカリによる纖維素の膨脹(第4—8報)** 齊藤義一: 工化 37 1271—1284, 1427—1436 (昭9, 1934)
- アルカリ纖維素及纖維素キサントゲン酸雷達のX線的研究** 櫻田一郎: 人絹界 2 226—237 (昭9, 1934)
- ベンゾール溶液中に於ける鹽化ベンゾール分子の會合 分子の會合と極性(第3報)** 櫻田一郎: 理研報 13 833—842 (昭9, 1934)
- 引伸ばさる寒天膜のMiollの方向測定(豫報)** 櫻田一郎, 淵野桂六: Sc. P. 23 162—163 (昭9, 1934)
- 環狀纖維組織の與ふるX線圖及び纖維組織皮膜中に於けるミセルの配列** 櫻田一郎, 淵野桂六: Sc. P. 24 193—210 (昭9, 1934)
- 無水醋酸によるアルカリ纖維素の醋酸化** 櫻田一郎, 古川武彦: 工化 37 1484—1487 (昭9, 1934)
- 二醋酸纖維素(豫報)** 櫻田一郎, 北島東三: 工化 37 1349—1354 (昭9, 1934)
- 内部組織研究用の新しきX線管と其の應用** 篠田軍治: 鐵鋼 20 244—248 (昭9, 1934)
- ラミー纖維素の纖維狀醋酸化の速度並に其X線圖纖維素の醋酸化の速度(第4報)** 庄司野正雄, 櫻田一郎: 工化 37 1339—1344 (昭9, 1934)
- 纖維素と銅アルカリの反應 纖維素—銅アルカリ系並に纖維素—銅アミニアルカリ系の反應方式に関する考察** 高松勇治郎: 織工 10 221 (昭9, 1934)
- 黄銅鑛の結晶構造につきて再言す** 高根勝利: 岩石 12 193 (昭9, 1934)
- セレンウム結晶のX線の研究** 田中憲三: 京理紀 A 17 59 (昭9, 1934)
- セレンウム結晶の成長** 田中憲三: 學術協報 9 271 (昭9, 1934)
- 鐵及び數種の鐵化合物のK列X線發光スペクトル線** 田中晋輔, 眞野源次郎: J. J. P. 9 75 (昭9, 1934)
- ヘプタン溶液中に於けるハロゲン化アルキル分子の會合 分子の會合と極性(第4報)** 谷口政勝: 理研報 13 843 (昭9, 1934)
- 纖維素纖維の硝化反應機構と硝化纖維の性質(第1—第8報)** 友成九十九: 工化 37 1078, 1143, 1383, 1659 (昭9, 1934)
- X線による鑛石の定性分析** 脇 雄藏: 北光 37 29 (昭9, 1934)
- Sulphohaliteの結晶構造** 渡邊得之助: P. I. A 10 575 (昭9, 1934)

會 計 報 告 自昭和十七年一月一日
至同 年十二月三十一日

收 入

區 分	金 額	備 考
特 別 會 員 費	1,500,000	
普 通 會 員 費	525,420	
廣 告 料 及 製 品 紹 介 料	990,000	
會 誌 賣 上	132,700	
會 誌 原 稿 別 刷	24,250	
預 金 利 子	13,090	
前 年 度 繰 越 金	943,380	
計	4,128,840	

支 出

事 業 費

區 分	金 額	備 考
會 誌 原 稿 料	679,050	但シ第三卷第一號第二號第三號代 同
會 誌 出 版 費	2,216,000	
會 誌 原 稿 別 刷	191,000	日刊工業新聞社へ支拂
廣 告 手 數 料	129,000	
昭 和 十 七 年 度 所 得 稅	34,000	
消 耗 品 費	250,050	
諸 手 當	345,000	
雜 費	268,940	
計	4,113,040	
差 引 合 計	15,800	

未 收 入 並 未 拂 額 調

收 入

區 分	金 額	備 考
普 通 會 員 費 未 收 入	180,000	12月末日迄收入豫定ノ分
特 別 會 員 費 未 收 入	200,000	同
廣 告 料 未 收 入	380,000	同
計	760,000	

支 出

區 分	金 額	備 考
未 支 拂 分	39,450	
計	39,450	
差 引 合 計	720,550	

X線第三卷記事總目次

第三卷第一號

(寫 眞)

天然ラミー及び高配列ラミーのX線寫眞

(卷頭言)

學會に於ける討論.....(1)

(研 究)

過冷却状態に於ける數種の有機物質のX線検査.....島津新一.....(2)

二元運動陽極型X線管球.....枝木勇雄.....(5)

天然及び水和纖維素の相互轉移の研究(其の一).....久保輝一郎.....(9)

(綜 説)

グイニル系高重合體のX線圖的研究.....櫻田一郎.....(22)

(講 義)

X線分光學(其の一).....澤田昌雄.....(28)

抄 録.....(37)

第三卷第二號

(卷頭言)

理想と現實.....(57)

(研 究)

天然及び水和纖維素の相互轉移の研究(其の二).....久保輝一郎.....(58)

金屬間化合物, 所謂 Ag_3Al の組成に就て.....小藤甫.....(68)

金屬面上の鎖式化合物被膜の吸着性.....田中憲三.....(72)

(綜 説)

軟X線現象.....林 威.....(77)

(講 義)

X線分光學(其の二).....澤田昌雄.....(89)

(雜 纂)

レントゲン小傳.....安藤良一.....(97)

抄 録.....(102)

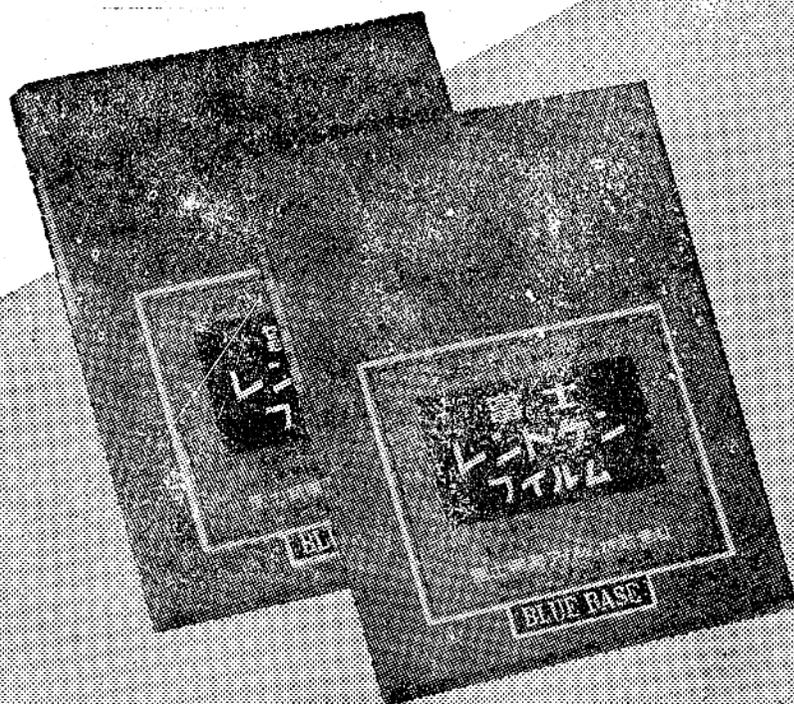
X 線 第 3 卷 索 引

筆者名	欄名	題 名	號數	頁數
	寫眞	天然ラミー及び高配列ラミーのX線寫眞	1	前付
	卷頭言	學會に於ける討論	1	1
	"	理想と現實	2	57
	"	自然に生くる	3	107
	"	戰の野より還りて	4	153
島津新一	研究	過冷却状態に於ける數種の有機物質のX線検査	1	2
枝本勇雄	"	二元運動陽極型X線管球	1	5
久保輝一郎	"	天然及び水和纖維素の相互轉移の研究(其の一)	1	9
"	"	" (其の二)	2	59
"	"	" (其の三)	3	126
小藤 甫	"	金屬間化合物, 所謂 Ag ₃ Al の組成に就て	2	68
田中憲三	"	金屬面上の銼式化合物被膜の吸着性	2	72
吉田卯三郎	"	非晶固體に於ける細模卓組織の弛緩及び結晶核生成の機構	3	108
"	"	融解凝固現象の熱力學的研究	4	174
三宅 靜雄	"	ロツシエル塩結晶によるX線反射強度に對する溫度效果並びに電場效果について	3	117
俣野仲次郎	"	X線による纖維構造の研究	4	154
伊藤貞市	"	月長石の超顯微鏡的葉片構造について	4	165
澤田 弘 貞				
櫻田一郎	綜説	ヴィニル系高重合體のX線圖的研究	1	22
林 威	"	軟X線現象	2	77
田中憲三	"	油脂薄膜の電子廻折検査	3	133
澤田昌雄	講義	X線分光學 (其の一)	1	28
"	"	" (其の二)	2	89
"	"	" (其の三)	4	183
安藤良一	雜纂	レントゲン小傳	2	97
	抄録	A. 一 般	1	37
	"	"	3	141
	"	B. 装置及び實驗法	1	37
	"	"	2	102
	"	"	3	142
	"	C. 透過試験	3	144
	"	D. X線物理	3	146
	"	E. 金屬及び合金	1	37

"	"	2	103
"	"	3	146
"	G. 無機化合物	1	38
"	"	2	103
"	"	3	148
"	H. 有機化合物	3	149
"	I. 繊維及び高分子化合物	1	41
"	"	2	105
"	"	3	150
"	J. 電子線	1	42
"	"	3	150
	本邦に於ける X線學に関する文獻 (其の五)	1	44
	" (其の六)	2	106
	" (其の七)	3	151
	" (其の八)	4	195
	X線學用語調査 (其の一) X線物理學に関するもの	1	45

富士レントゲン フィルム

1. 「レ」線に對し極めて高感性
2. 豊富なる畫像のコントラスト
3. 高度の解像力は一層鮮鋭度を高める
4. 膜面強固、仕上り迅速
5. 製品の性能均一

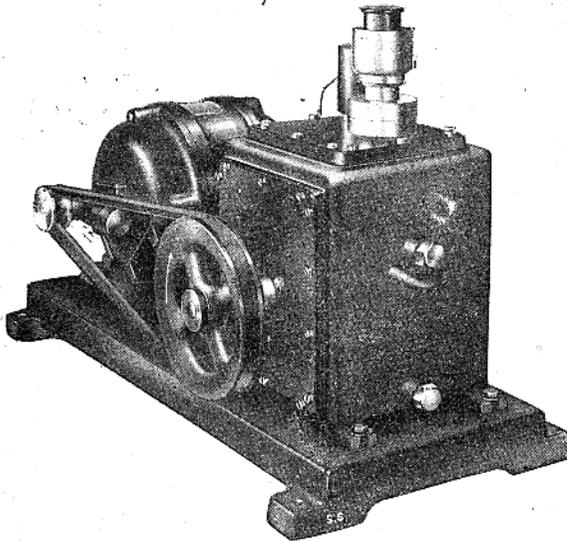


富士写真フィルム株式会社

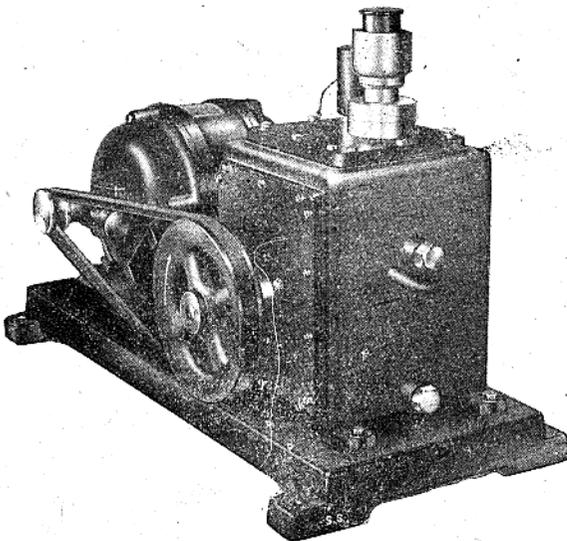
最高真空度
排氣速度

0.0001 mm Hg 柱
33 ~ 801 毎分

島津眞
空ポンプ
回転



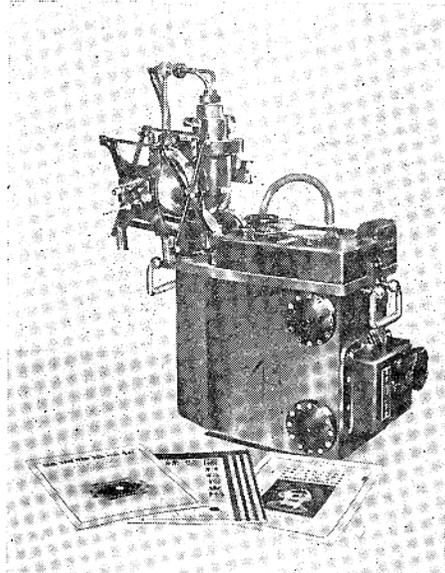
呈送録型細詳



島津製作所

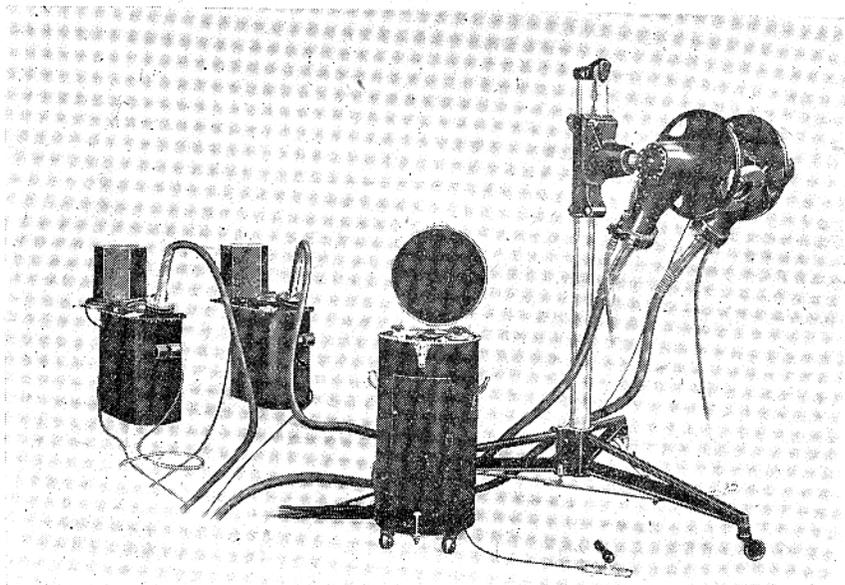
京都・大阪・東京・福岡・新京・大連
奉天・北京・京城・臺北・名古屋・神戸

材料検査用X線装置
 結晶分析用X線装置
 電子廻折装置
 分光分析用X線装置
 應力測定用X線装置



マツダ可搬型デイフレックス
 分析用X線装置

試験用直流高圧発生装置
 ケノトロン整流管
 分析用クーリツチX線管
 金屬用電子顯微鏡
 眞空管式高用波電氣爐



マツダ可搬式KXOC-200型テストックス材料検査用X線装置

東京芝浦電氣株式會社マツダ支社
 工業X線課

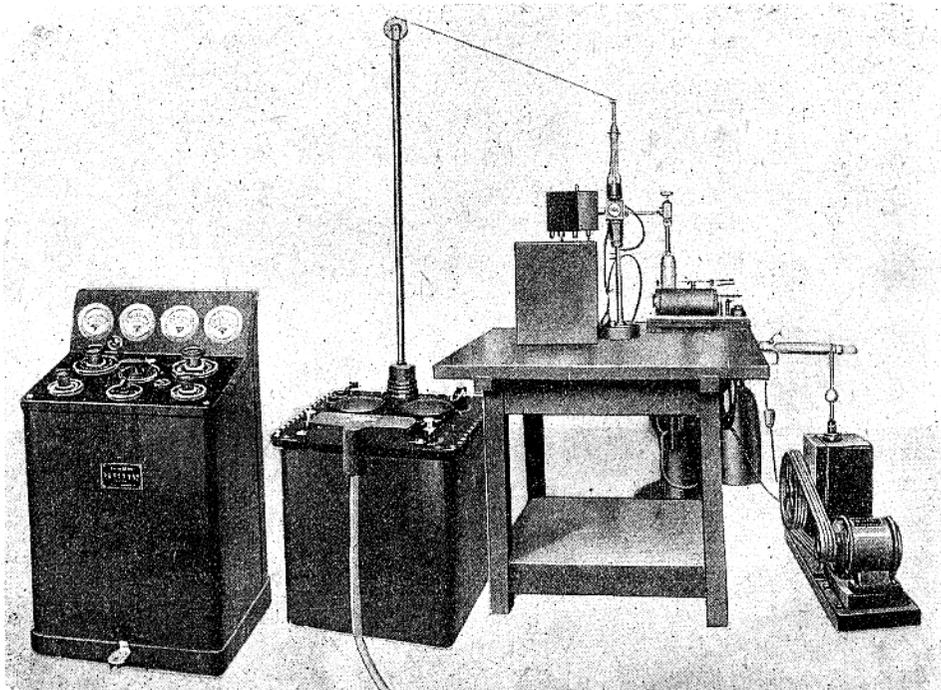
東京市京橋區有樂町一丁目十番地三信ビル内・電話銀座(57)一七八八番一七八九番八四三二番
 營業所 東京・大阪・名古屋・廣島・福岡・札幌・臺北・京城・大連・天津・上海・北京

ハンデックス分析用X線装置

特許

第一三五、四三五號
第一三三、五七〇號

第二七六、八五八號(新案)
第一三五、四三六號



▼詳細カタログ文献呈上

製 作 品 目

ハンデックス分析用X線装置
 ハンデックス特許X線分光写真機
 ハンデックス集注法X線カメラ
 ハンデックスX線メタログラフ
 ハンデックスマイクロフォトメーター
 シライマツ金属電子顕微鏡

ハンデックスN-I型金属管珠
 ハンデックスW-I型X線カメラ
 ハンデックス高温X線カメラ
 ハンデックス工業用透過X線装置
 ハンデックスコンパレーター
 シライマツ超電子顕微鏡

株式
會社

白井松器械舗 工業X線部

大阪市東區道修町二丁目廿三番地
電話北濱㊟360・361・3616・6918番

桜谷工場 大阪市東成區龍橋南之町一丁目五七七五番地
都島工場 大阪市北區都島南通五丁目五三番地

滿洲白井松器械工業株式會社

奉天市大和區平安通九番地
電話㊟4291番
出張所 新京 大連

X 線 懇 談 會 會 則

- 第一條 本會ハX線懇談會ト稱ス
- 第二條 本會ハX線ニ關スル理論並ニ應用ノ進歩ヲ圖リ併セテ其ノ知識ノ普及ト會員相互ノ親睦ニ資スルヲ以テ目的トス
- 第三條 本會ハ前條ノ目的ヲ達スルタメニ左ノ事業ヲ行フ
 イ、X線ニ關スル研究ノ懇談會ヲ開催スルコト
 ロ、X線ニ關スル機關誌「X線」ヲ年四回刊行シ隨時必要ニ應ジ特輯號ヲ發行ス
 ハ、前各號ノ外本會ノ目的達成ニ必要ナル事業ヲ行フモノトス
- 第四條 本會ハ事務所ヲ左ノ所ニ置ク
 大阪帝國大學理學部内
- 第五條 會員ヲ正會員特別會員及ビ贊助會員トス
 正會員ハ年額二圓ヲ納ムルモノトス
 正會員ハ本會機關誌ノ無料頒布ヲ受ク
 特別會員ハ個人又ハ團體ニテ本會ノ事業ヲ贊助シ年額百圓以上ヲ納入スルモノトス
 贊助會員ハ本會ノ事業ヲ贊助スルモノニシテ會長之ヲ委囑スルモノトス
- 第六條 本會ニ左ノ役員ヲ置ク
 一、會 長 一 名
 二、評 議 員 若干名
 三、庶務委員 若干名
 四、會計委員 若干名
 五、編輯委員 若干名
- 第七條 會長ハ總會ノ出席會員ノ選舉ニヨツテ定ム
 評議員及ビ委員ハ會員中ヨリ會長之ヲ依囑スルモノトス
 役員ノ任期ハ二ケ年トス、但シ再選スルコトヲ得
- 第八條 本會ノ會計ハ會費、寄附金及ビ其他ノ收入ニヨリ之ヲ支辨ス
- 第九條 本規則ノ改正ハ總會ノ決議ヲ經テ之ヲ行フ

昭和十七年十二月十日印刷 昭和十七年十二月十三日發行

定 價 1 冊 金 50 錢 送 料 八 錢

發行兼編輯印刷人	伊 藤 千 尋	
印 刷 所	京都市下京區七條御所ノ内西町一	日本寫真印刷有限會社(西京1)
發 行 所	大阪市北區中之島四丁目 大阪帝國大學理學部内	X 線 懇 談 會 <small>日本出版文化協會會員 第 2 6 4 0 0 3 號 設 館 大 阪 1 2 2 7 1 5 番</small>
配 給 元	東京市神田區淡路町二丁目九	日本出版配給株式會社 電話神田 ㊦ 4710 ~ 4713 番

工業用X線

TRADE

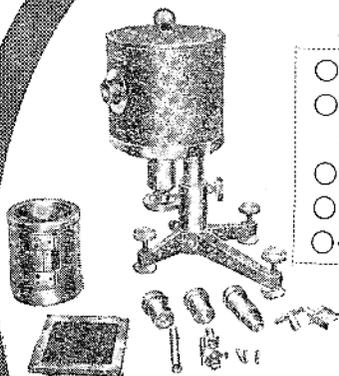
MARK



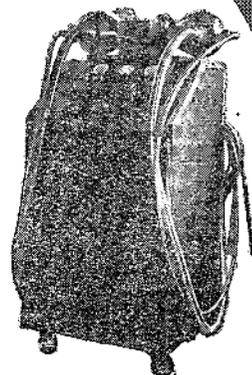
電子廻折法装置一式

主要營業品目

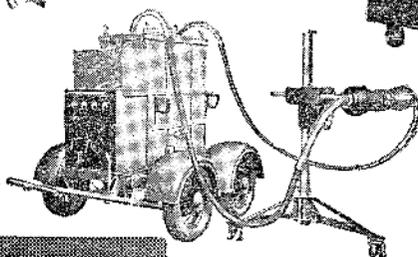
- 高度眞空油ポンプ
- X線透過・分光・回折装置及附屬品一式
- 電氣測定機械器具
- 高級電氣機械器具
- 一般理化學機械器具



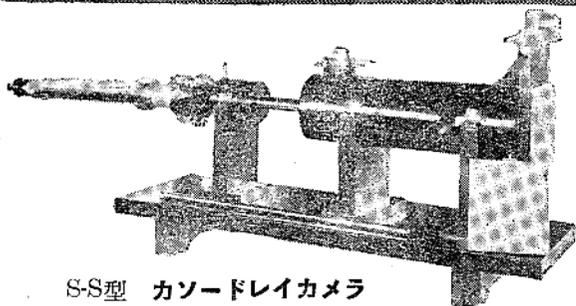
S-E型 セミニ
バーサル X線
カメラ



運搬用無電撃 X
線發生装置
ベネトラ號



S-O型 運搬用無電
撃X線透過装置



S-S型 カソードレイカメラ

顧問

工學博士 志村繁隆

株式会社 理學電機製作所

社長 大槻 樵 夫

東京市神田區材木町27
電話 浪花 (67) 0535・1263番