ギーを測つた。その結果電極を負極とせし時に、アルカリ金屬とアルカリ土類金屬とはその原子量が增加するにつれ規則的に融解時間及エネルギーを增大する作用あることを知つた。而してことにバリウムは著しき作用あることを認めた。酸素屬は原子量增加するにつれ反對に作用減少し、ハロゲンは減少より增加となる。他の元素は大なる影響は示さなかつた。次にバリウム化合物とこの作用の關係を求めた。その結果極めて少量のバリウム化合物がこの作用を起すに充分なることを知つた。最後に極の變化や特殊化合物を加へることが、膠着鐵の流動性に及ぼす影響を試驗した。

（終り）

鐵及び滿俺合金のX線に依る定量分析

志村　繁隆
和田　龜吉

目　次

1. 緒　言
2. X線に依る定量分析
3. 輻射スペクトルに依る定量分析
4. X線裝置
5. スペクトル線の强さ測定裝置
6. 資　料
7. 鐵及び滿俺のK列スペクトル
8. スペクトル線の强さ測定結果
9. 結　論

I. 緒　論

金屬及び合金研究に對するX線の應用は今更喋々する迄もないが、最近X線スペクトルが金屬及び合金の定量分析に應用されて來た事を看過してはならない。然らばX線スペクトル分析は化學分析と如何なる關係に在るかといふと、前者は後者を驅逐する性質のものではなくて、却て後者の缺點を補充する性質を有するものである。即ちX線スペクトル分析は所要資料量が尠くて十分であり、操作は迅速で、加之分離操作が繁雜な化學的類似元素を分析する所に其使命が存して居る。其理由は、化學的に類似の元素は週期律表で縱列に屬する爲に、其原子番號に隔りがある故、原子番號順に配列される特徵のあるX線スペクトルは判然と區別されるからである。

然し乍ら正確度を考ふると、X線分析は尙ほ化學分析に遙に及ばず、現在は 0·1% 迄とされ、加之含有量 10% 以下の元素の定量分析は相當困難と視られて居る。且亦其應用範圍は弗素より大なる原子量を有する元素に限られ、Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl の檢出は困難とされて居る。

依て著者は玆に淺才を省みず、上の事實を確めると共に、將來の發達の爲に益する所があらうかと思ひ、鐵-滿俺合金に就て以下實驗を試みた。

II. X線スペクトルに依る定量分析

抑ゝX線スペクトルが光學スペクトルに優れて居る點は、(1) X線スペクトルは非常に簡單な構造

を有する事、(2)線の位置及び線の間の强さの關係が化合狀態に無關係に常に一定である事、(3)放電條件が線の强さの關係に無關係である事、等である。而して此等の性質を利用して定量分析を行ふのである。

偖てX線に依る定量分析には輻射スペクトル及び吸收スペクトルが應用される。吸收スペクトルは輕元素を主成分とする物質中の重金屬の決定に特に適するが、技術的見地から M_0 より高原子の元素に限られて居る。輻射スペクトル分析は所要資料の量が少く、隣接元素を比較する場合、殊に兩者の蒸發溫度が高い時に適するが、吸收スペクトルの時より操作は稍ゝ繁雜になる嫌がある。

本實驗には輻射スペクトルを使用した。吸收スペクトルを用ひると操作中に對陰極を取換へる必要がなくて便利だが、X線が容易に透過し得る如き薄い資料を作らなねばならない。然し乍ら鐵-滿俺合金は頗る鞣且つ硬の爲めに、斯の如く薄い資料を製作する事が難しいので、吸收スペクトルは採用の限りでなかつた。

III. 輻射スペクトルに依る定量分析

X線スペクトルに依る定量分析には多大の困難が橫つて居る。即ち定性分析ならスペクトル線の位置丈けを正確に知れば良いのであるが、定量分析では線の强さを正確に測らなければならない。然るに線の强さは常に資料の成分の割合と比例するものでは無く、少量含まれてる元素が比較的强い線を示す事がある。此事實に對して次の樣な事項が考慮されて居る。

1) 異つた所要最小電壓を有する線は、從つて異る波長を持つ線は、X線管電壓を一定に保つても同一强さを示すものではない。Webster 及び Clark 兩氏は實驗の結果最初に

$$I=\mathrm{const}\,(V-V_0)^{\frac{3}{2}}$$

なる式を示した。於玆 V はX線管に與へられた電壓、V_0 は或線を出すに必要な最小電壓である。次いで Wooton[(2)] 氏は $I=c(V^2-V_0^2)$

を實驗の結果示した。又 Jönsson[(3)] 氏は

$$I=c(V-V_0)^n$$

の結果を示したが、最近 Egon Lorenz[(4)] 氏は $2V_0$ 迄は

$$I=c(V-V_0)^2$$

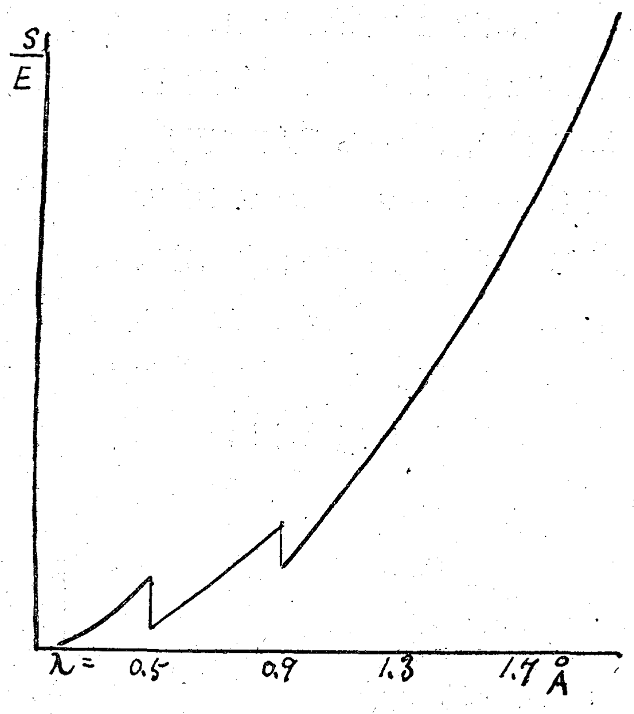
の如く强さは增し、其後は緩になつて極大になり、漸次降下して零に近づくといふ結果を發表した。此他數學的[(5)(6)]に解決を與へやうとした人もあるが、兎に角線の强さは $V-V_0$ の函數である爲め、V_0 が違へば同一の V を與へても各ゝの線の强さは異る事は容易に首肯來る。故に餘りに異る波長を有す

參考論文 (1) Webster & Clark, Phy. Rev. (2) 7, 403, 599, 1916
(2) Wooton, Phys. Rev. (2) 13, 71, 1919
(3) Jönsson. Phys. Rev. (2) 36, 426, 1926
(4) Egon Lorenz, Zft. f. Phys. S. 71. Band 51, 1918
(5) Bergen Davis, Phy. Rev. (2) 11, 433, 1918
(6) Rosseland, Phil. Mag. 45. 55, 1923

る元素を輻射スペクトルに依つて定量するのは誤差を大ならしめる原因になる。

2) 寫眞效果は波長に依り異る。[7] 即ち第一圖に示す如く、長い波長のX線は固有の强さ以上に黑く乾板に感光し、且つ銀及び臭素の吸收限界の兩側では曲線は不連續である故、分析せんとする元素の特性線の波長が成るべく類似して居る事、且つ兩波長は銀及びブロームの吸收限界の同側に在る事が必要である。

第 1 圖

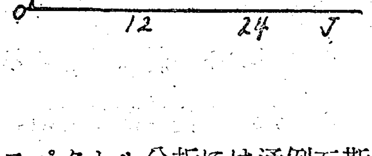


3) 陰極線が對陰極に當ると單にX線を出す計りではなくて、對陰極の一部で形成されたX線は對陰極の他部で多少吸收される。此爲に、例へば鐵及び銅から成る對陰極からX線を輻射する時、電子運動に依り銅原子から生じたX線は、鐵原子に一部吸收されて鐵の螢光線を出す爲に、結果を觀れば銅の線は鐵線で置換された事に成る。此現象を防ぐには極めて薄い資料を作る事が肝要である。

4) 對陰極を形成する成分の蒸發速度が異ると、露出中に高溫に成る爲め、蒸發し易い成分の量が減少する。

5) 不純物の定量の如く、比較する物質の量が著しく異る時は滿足な結果を得難い。Glocker[8] に依れば 10% 以下の元素の定量は精確さが疑はしいと謂ふ。其理由は黑化曲線の直線部は左樣に長くない爲である。(第2圖參照)

第 2 圖



斯樣に色々な事項が含まれるので、輻射スペクトルに依る定量分析は相當困難である。故に波長に依つて應用範圍が幾分限定される譯であるが、鐵及滿俺の如きものは原子番號が隣接して居り、從て波長の大さも類似して居るので、耐熱的の對陰極を作つて置けば、滿俺含有量 10% 以上ならば相當の正確さが得られる譯である。

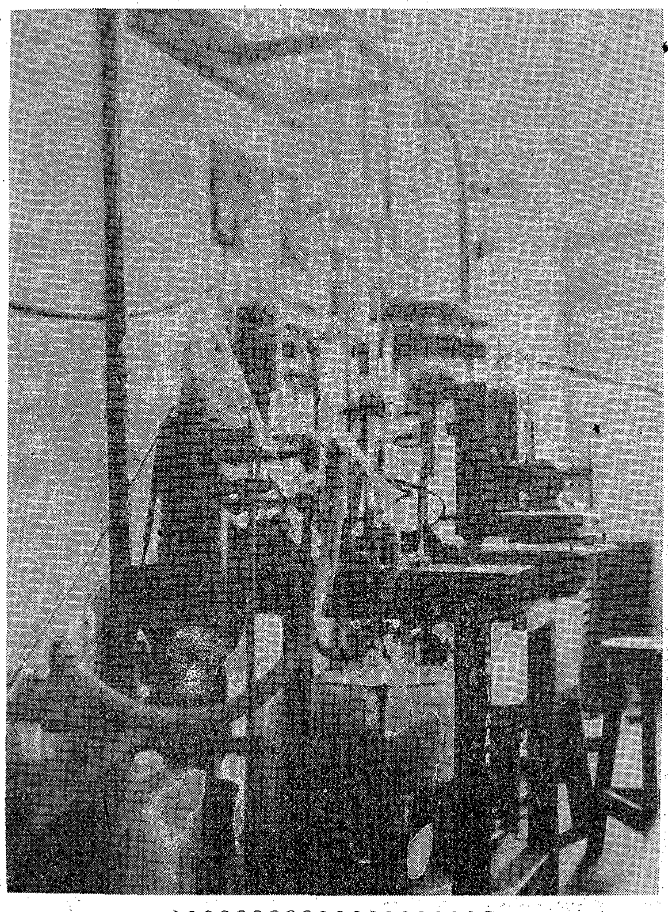
IV. X 線 裝 置

スペクトル分析には通例瓦斯管球が使用される。クーリッヂ管を用ひるとフィラメントが蒸發して對陰極上にタングステンの粉が附着し、タングステンのスペクトル線が出る爲に、屢々誤つた結果を惹起するからである。

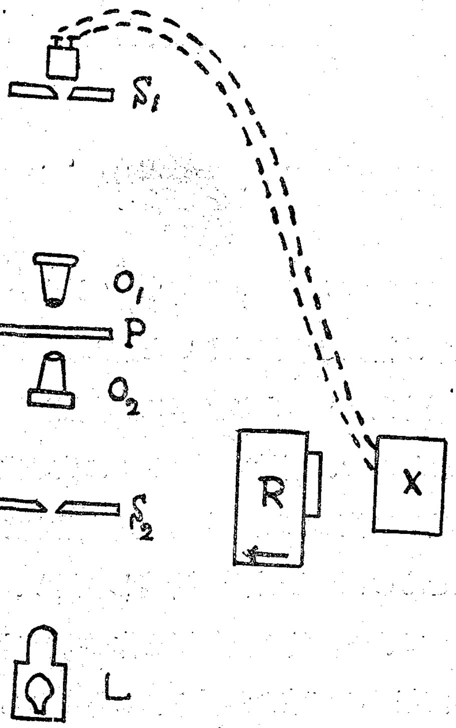
參考論文 (7) Hermann Mark—Die Verwendung der Röntgenstrahlen, S. 200
(8) Glocker—Material-Prüpung mit Röntgenstrahlen S. 132

著者の使用した Siegbahn の金屬管球は對陰極が鐵、銅、銀、タングステン、ニッケル、モリブデン等で取換へ得る如く設計されて居り、管の3箇所に窓あがる爲に、同時に3個の寫眞が撮れる。此管は 30—40 K.V. 及び約 15 M.A.の連續操作に耐へる。陰極及對陰極は水冷を施し、ディフュージョン、ポンプ及び副ポンプで高眞空にされる。尙著者は火花間隙とは無關係に、副ポンプとX線管を毛細管にて連絡させ、隨時に管中に低眞空空氣を送つて管内の眞空度を調節せしめる如くした。Photo 1 は使用X線裝置である。

Photo 1



第 3 圖



V. スペクトル線の强さ測定裝置

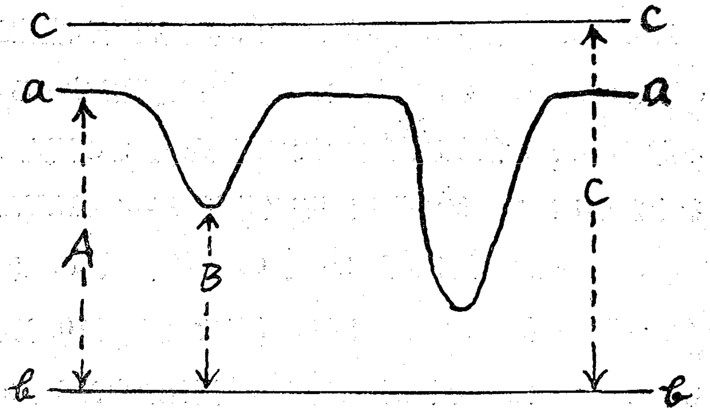
X線スペクトルの强さの測定方法は色々あるが[9]、著者が用ひた裝置は Moll[10] の Microphotometer である。此裝置は第 3 圖に示す如く、赤外線の光源 L と熱電對との間に乾板 P を挿入し、熱電堆に依る Moll's Galvanometer の鏡の振れを記錄暗函 R 中に捲かれたフィルム上に記錄せしめる裝置である。圖に於て S_1 及び S_2 は細隙で O_1 及び O_2 は凸レンズである。乾板 P は左右に自動的に動く爲に、赤外線がスペクトル線で遮ぎらるゝ量に比例して G の鏡が紙面に直角の方向に動く。而して R 中のフイルムが矢の方向に廻る爲め、第 4 圖の如き曲線が得られる。圖に於て

$\overline{aa}$ は完全に黑化した線で、P と L の間にアルミニウムの板を入れ、赤外線を遮る爲に得られる。$\overline{bb}$ はスペクトル線及び乾板のかぶりの爲に得られる。故に若し乾板のかぶり方が一樣か、又は全然

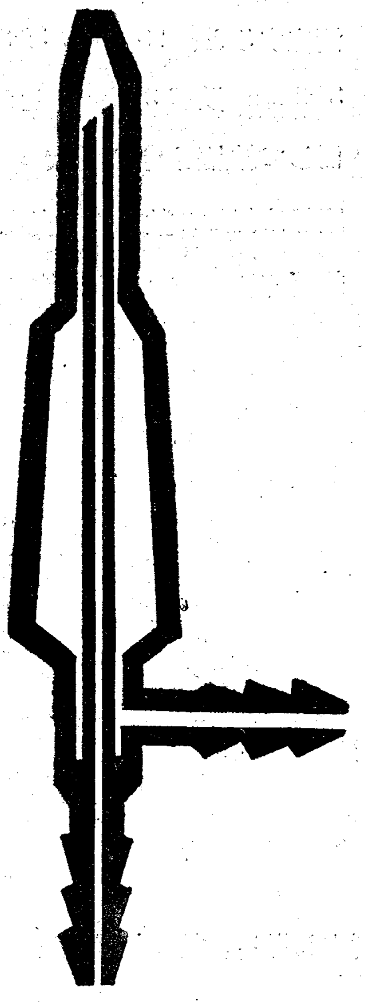
參考論文 (9) L. S Ornstein, Phys. Zft. 38 28, P. 688, 1927
(10) W. Moll u.H.C. Burger, Zft. f. Phys. 32. 575. 1127

かぶつて居ないならば、A の距離は何れの部分を採るも一定で、從つてスペクトル I, II, III, IV, の強さは log A/B で表はされる。然し乍ら若し乾板のかぶりが一樣でないならば、A の距離は必ずしも一定でなく、計算繁雜になる爲め、乾板の現像定着には十分の注意を要し、亦乾燥の時に膜面を下にして塵埃の少い個所で處理する必要がある。尙此曲線を精確に得るには必ず深夜を選ぶべきである。然らざれば如何に努力しても、大地、家屋の震動の爲に平滑な曲線を得る事は難しい。斯かる周到な注意を施した時、此裝置の正確さは 3—10%である。[11]

第 4 圖



第 5 圖



VI 資　　料

資料はアームコ鐵及びメルワ滿俺を、800°C に 3 時間豫熱したマグネシヤ坩堝に入れて、アルセム電氣爐で熔融後、緻密な木炭の鑄型に鑄造して、第 5 圖の如く對陰極上に 4 箇資料を鑞付した。各資料の化學分析結果は第 1 表の如くである。

第　1　表

	Mn%	C%		Mn%	C%
No. 1	3·93	0·07	No. 3	13·23	0·08
2	6·54	0·12	4	19·11	0·05

VII. 鐵及び滿俺のK列スペクトル

鐵及び滿俺のK列X線波長は、第 2 表の如くである。

第　2　表

原子番號	元素	α_1	α_2	β_1	β_2
25	Mn	2·09732	—	1·90591	1·8932
26	Fe	1·19230	1·93651	1·75272	1·7406

而して一般にK列X線を出すに必要な最小電壓は

$$V_0=\frac{12{\cdot}34}{\lambda_A}\quad \text{K. V.}$$

で示される故、鐵及び滿俺K列X線を得るに必要な電壓は第 3 表の如くなる。

參考論文 (11) G. Harrison, Journ. Opt. Inst. 8-472, 1924
7-999, 1923
16-113, 1925
11-341, 1925

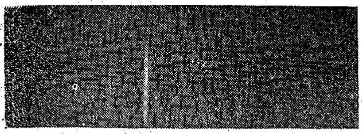
第 3 表

	α_1	α_2	β_1	β_2		α_1	α_2	β_1	β_2
Mn	5·89	—	6·48	6·52	Fe	6·39	6·37	7·04	7·09

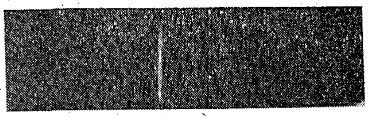
即ち鐵及び滿俺のK列X線を出すに必要な最小電壓は、5·89—7·09 K. V. の範圍に在る。而して線の强さは $V-V_0$ の函數なる故、實際使用電壓は成べるく高い方が、各線の電壓に依る影響を看過し得る譯であるが、餘りに高壓にすれば其線の强さの測定の時、極大の點が完全黑化の線と一致して誤差を大ならしめる。仍て著者は使用電壓を 15—20 K.V. とし、所要電流を 10—20, 20—30, 及び 30—40 M.A. の三通に分類し、且 20分、60分、100分、の三種の露出時間を用ひて濃淡各樣に數十枚のスペクトル寫眞を撮影した。但し使用結晶は水晶の(101)面を使用し、X線通過のスリットは 0·2mm のものを採用した。斯くて得た寫眞の一例を示すと Photo 2 の如くなる。

Photo 2

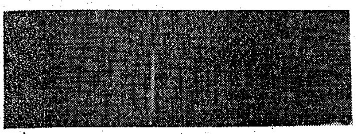
No. 1



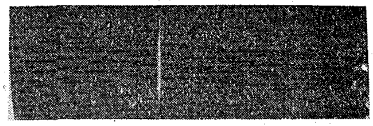
No. 3



No. 2



No. 4



偖て以上の寫眞に於て中點から各スペクトル線までの距離を測定すると、29·3mm, 32·3mm, 33·3mm 及び 37·2mm を示す。而して結晶面 Q と乾板 P 迄の距離は既知の數で、本實驗では終始 49·9mm である。故に

$$\theta = \tfrac{1}{2}\mathrm{Tan}^{-1}\,OP/OQ = \tfrac{1}{2}\mathrm{Tan}^{-1}\,OP/49{\cdot}9 \cdots\cdots\cdots (1)$$

然るに我々はX線の反射に關し

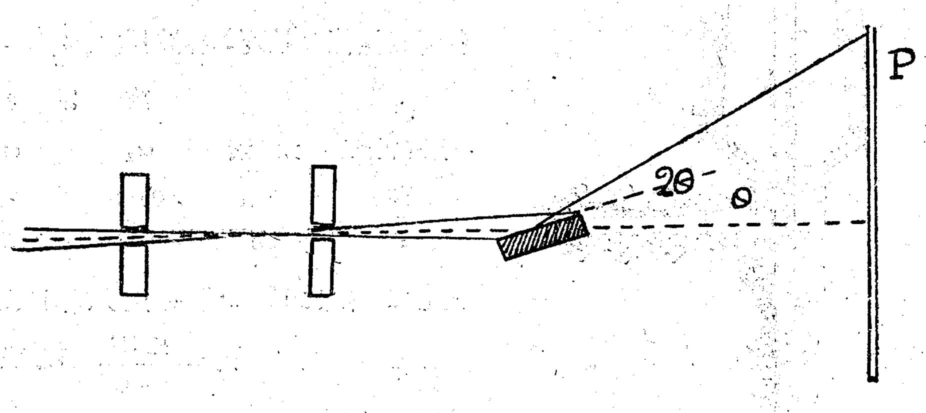
$$n\lambda = 2d\,\sin\theta$$

なる式を知つて居る。此の式に於て $n=1$ に對する水晶 (101) 面の d は 3·330 である故

$$\lambda = 6{\cdot}66\,\sin\theta \cdots\cdots (2)$$

故に(3)を(2)に代入する事に依り容易に各スペクトル線に相當するX線波長を知り得る爲め、各線の屬する元素を判定し得る。故に上記實測の結果より次の値を得た。

第 6 圖



$$\lambda = 1{\cdot}748,\ 1{\cdot}895,\ 1{\cdot}934,\ 2{\cdot}096$$

仍て本實驗に於て得たスペクトル線は鐵及び滿俺のK_α 及び K_βのみであつて、α_1, α_2 及び β_1, β_2は

Photo 3

Photo 4

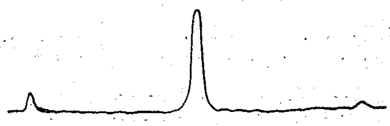


Photo 5

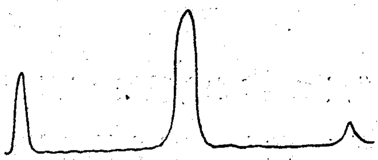


Photo 6

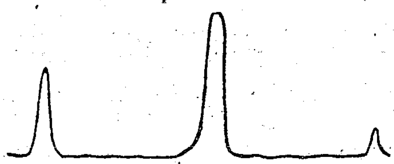


Photo 7

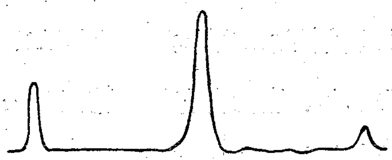


Photo 8

Photo 9

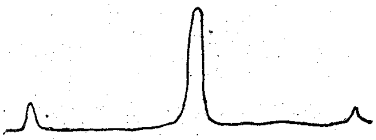


Photo 10

Photo 11

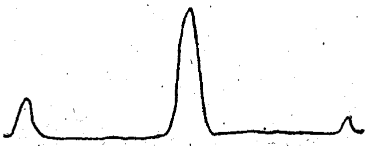


Photo 12

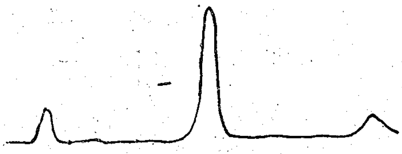


Photo 13

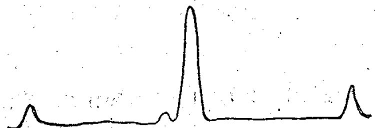


Photo 14

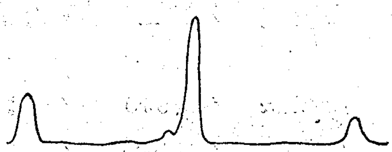


Photo 15

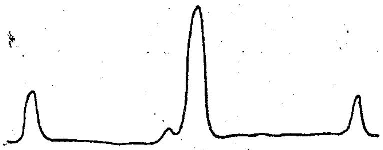


Photo 16

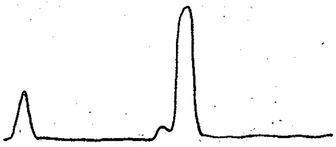


Photo 17

Photo 18

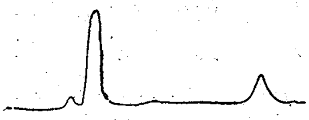


Photo 19

Photo 20

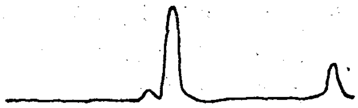


Photo 21

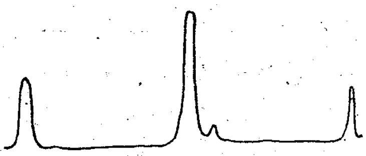


Photo 22

Photo 23

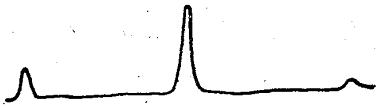


Photo 24

Photo 25

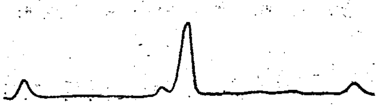
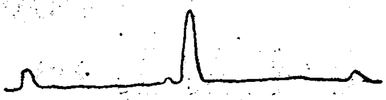


Photo 26



夫々合して一本の線となつて居る事を知る。此に對し著者は 0·1mm のスリットを用ひ各線の分離を計つたが、其目的を達し得なかつた。

VIII　スペクトル線の強さ測定結果

斯くて得られた乾板を上述の如き注意を以て處理し、モル氏ミクロ、フォトメーターに依りスペクトル線の強さを測定した結果 Photo. 3 以下に示す如き曲線を得た。此時用ひた紙はイーストマン會社の P. M. C. No. 5 で、赤外線光源ランプには 6 ボルト 3·6 アンペアを使用した。

次に第五節の如き記號を用ひて、上記曲線を計算した結果を示せば次表の通りになる。但し次表に於て、log A/B は各線の相對的強さを示し、滿俺含有量は滿俺の α と鐵の α、又は β と β の相對的強さの按分比率を求めて決定し、炭素含有量は小量なる爲無視して計算した。

第 5 表　資料 No. 1 の結果

寫眞番號	線の種類	Aの長さ	Bの長さ	logA	logB	logA−logB	Mn %
3	Feα	96·0	23·3	1·98227	1·36739	0·61491	—
	Mnα	〃	92·0	〃	1·96379	0·01848	3·01
	Feβ	〃	83·0	〃	1·91908	0·06319	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
4	Feα	95·7	22·2	1·98091	1·34635	0·63456	—
	Mnα	〃	92·0	〃	1·96379	0·01712	2·70
	Feβ	〃	83·0	〃	1·91908	0·06183	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
5	Feα	92·5	1·0	1·96614	—	1·96614	—
	Mnα	〃	79·0	〃	1·89763	0·06851	3·37
5	Feβ	92·5	36·5	1·96614	1·56229	0·41085	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
6	Feα	92·5	1·0	1·96614	0	1·96614	—
	Mnα	〃	71·0	〃	1·89763	0·11488	5·51*
	Feβ	〃	34·5	〃	1·56229	0·42832	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
7	Feα	92·5	1·8	1·96614	0·35527	1·71087	—
	Mnα	〃	81·0	〃	1·90849	0·05765	3·38
	Feβ	〃	46·0	〃	1·55630	0·40984	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—

第 6 表　資料 No. 2 の結果

寫眞番號	線の種類	Aの長さ	Bの長さ	logA	logB	logA−logB	Mn %
8	Feα	85·5	7·0	1·93197	0·84510	1·08687	—
	Mnα	〃	72·0	〃	1·85733	0·07464	6·44
	Feβ	〃	61·5	〃	1·78888	0·14309	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
9	Feα	85·0	6·5	1·93702	0·81291	1·12411	—
	Mnα	〃	71·5	〃	1·85431	0·08271	6·89
	Feβ	〃	66·5	〃	1·82282	0·11420	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
10	Feα	100·0	14·3	2·00000	1·15534	0·84466	—
	Mnα	〃	89·5	〃	1·95279	0·04721	5·30*
	Feβ	〃	74·5	〃	1·87216	0·12784	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
11	Feα	100·0	12·5	2·00000	1·09691	0·90309	—
	Mnα	〃	87·5	〃	1·94201	0·05799	6·04
	Feβ	〃	73·8	〃	1·86806	0·13194	—
	Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
12	Feα	100·0	12·5	2·00000	1·09691	0·90309	—
	Mnα	〃	86·3	〃	1·93601	0·06399	6·47
	Feβ	〃	72·5	〃	1·86034	0·13965	—
	Mnβ	〃	—	—	—	—	—

第 7 表　資料 No. 3 の結果

寫眞番號	線の種類	Aの長さ	Bの長さ	logA	logB	logA−logB	Mn %
13	Feα	86·0	8·7	1·93450	0·93952	0·99498	—
13	Mnα	〃	62·0	1·93450	1·09239	1·14719	12·5

13	Feβ	〃	71·5	1·93450	1·85431	0·08019	—
	Mnβ	〃	81·0	〃	1·90849	0·02601	24·52*
14	Feα	92·0	9·5	1·96379	0·97772	0·98607	—
	Mnα	〃	72·5	〃	0·86034	0·10345	9·99*
	Feβ	〃	61·5	〃	1·78888	0·17491	—
	Mnβ	〃	86·3	〃	1·93601	0·02778	13·60
15	Feα	92·0	5·5	1·96379	0·74036	1·22343	—
15	Mnα	92	65·0	1·96379	1·81291	0·14088	10·37*
	Feβ	〃	58·0	〃	1·76343	0·20036	—
	Mnβ	〃	85·7	〃	1·93298	0·03081	13·34
16	Feα	92·0	5·0	1·96379	0·69897	0·69897	—
	Mnα	〃	—	〃	—	—	—
	Feβ	〃	58·5	〃	1·76716	1·76716	—
	Mnβ	〃	85·5	〃	1·93197	1·93197	13·95

第 8 表 資料 No. 4 の結果

寫眞番號	線の種類	Aの長さ	Bの長さ	logA	logB	logA-logB	Mn %
17	Feα	75·0	4·5	1·87506	0·65351	1·22155	—
	Mnα	〃	37·0	〃	1·56820	0·30680	20·06
	Feβ	〃	46·0	〃	1·66276	0·21230	—
	Mnβ	〃	66·5	〃	1·82282	0·05224	19·75
18	Feα	81·0	19·0	1·90849	1·27875	0·62974	—
	Mnα	〃	60·0	〃	1·77815	0·13034	19·19
	Feβ	〃	—	〃	—	—	—
	Mnβ	〃	74·0	〃	1·86926	0·03926	—
19	Feα	81·0	21·0	1·90849	1·76343	0·58627	—
	Mnα	〃	58·0	〃	—	0·14506	19·85
	Feβ	〃	—	〃	—	—	—
	Mnβ	〃	77·0	〃	1·88649	0·02200	—
20	Feα	81·0	19·0	1·90849	1·27875	0·62974	—
	Mnα	〃	57·0	〃	1·75587	0·15262	19·56
	Feβ	〃	—	〃	—	—	—
	Mnβ	〃	74·0	〃	1·86923	0·03926	—
21	Feα	93·0	5·3	1·96848	0·72428	1·24420	—
	Mnα	〃	46·5	〃	1·66745	0·30103	19·48
	Feβ	〃	55·5	〃	1·74429	0·22419	—
	Mnβ	〃	81·8	〃	1·91275	0·05573	18·56
22	Feα	93·0	6·0	1·96848	0·77815	1·19033	—
	Mnα	〃	50·0	〃	1·69879	0·26951	18·50
	Feβ	〃	60·0	〃	1·77815	0·19033	—
	Mnβ	〃	83·5	〃	1·92169	0·04679	19·74

第 9 表 不良結果の例

資料番號	寫眞番號	線の種類	Aの長さ	Bの長さ	logA	logB	logA-logB	Mn%
2	23	Feα	84·5	28·0	1·92686	1·44716	0·47970	—
		Mnα	〃	80·5	〃	1·90580	0·02106	4·22
		Feβ	〃	65·5	〃	1·81624	0·11062	—
		Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
2	24	Feα	90·5	28·5	1·95665	1·45484	0·50181	—
		Mnα	〃	85·5	〃	1·93194	0·02468	4·73
		Feβ	〃	69·0	〃	1·83885	0·11780	—
		Mnβ	〃	—	〃	—	—	—
3	25	Feα	92·5	45·0	1·96614	1·65321	0·31293	—
		Mnα	〃	86·5	〃	1·93702	0·02912	8·51
		Feβ	〃	82·3	〃	1·91540	0·05074	—
		Mnβ	〃	88·3	〃	1·94596	0·01018	16·75
3	26	Feα	89·0	40·2	1·94939	0·60423	0·34516	—
		Mnα	〃	82·5	〃	1·91645	0·03294	8·73
		Feβ	〃	78·0	〃	1·89209	0·05730	—
		Mnβ	〃	86·0	〃	1·93450	0·01489	20·01

以上第5表以下第8表迄は比較的に化學分析結果一致したもののみを示し、第9表には同一操作を施した結果甚だしく懸隔した不良の結果を惹起した一例を示した。

IX 結　　論

偖て以上の結果を通覽するに、一樣の精確さを有して居ない計りで無く、甚だしいものは第9表に示す如き不良の結果を示す。乃ち Photometry に依りスペクトルの强さを測らんとする時は、小數以下2桁迄の正確さを期する事は困難である。今以上の結果の中比較的良好のもののみを（第5表以下第8表に於て*印を除いた者）平均し、化學分析結果を對照すれば次表の如くなる。

第 10 表

	化學分析値	αより計算	βより計算	最大誤差
No. 1	3·93	3·1	—	20%
2	6·54	6·5	—	0
3	13·23	—	13·3	1%
4	19·11	19·5	19·3	2

上表を觀ると滿俺含有量少なる時は Photometry の結果は負に出で、相當滿俺量に到れば大體正に出る。此結果は已に第3節に述べた如く少量元素は少く出ると言ふ事と一致する。資料 No. 2 に於て大體誤差零と言ふのは、Glocker の所謂 10% 以下含有量の元素の定量分析は精密に行はれないと言ふ事を裏切つたもので、方法に依つては、10% 以下の場合にも相當の精密度を得られる事を知つた。

然らば以上の好結果は何處より來たかと言ふと、著者は採用されたX線の强さの影響で有る事を信じる。即ち第5表以下に於て、比較的良結果を有するものは、X線管球に與へられた放電電壓竝に電流が均一と認められ且、線の濃さが Photometry に適當なものである。線の濃さが强過ぎるものは各線濃度は一樣に增すが、鐵のα線が黑化曲線に於て其極大點を完全黑化線に到達して了ふ爲めに、滿俺量は正の誤差を示す。又若し線の濃度を適當に弱める爲に、管球に加へる電壓及び電流に依らず、露出時間の減少に依る時は、スペクトログラフの結晶廻轉數が過少になり、誤差は、不規則且大になる。

以上の結果、著者は鐵及び滿俺のスペクトルに依る定量分析に適當な放電强度は對陰局、乾板間の距離 17cm の時 20 K.V. 及 20—30 M.A. で水晶の(101)面を必要位置を 5° の範圍で廻轉させた場合に、露出時間約 20～30 分なる事を知つた。

要之、以上は從來提唱された原理を、鐵及び滿俺合金に就て確めたに過ぎないが、第3節に述べた如く、適當波長を有する元素に就ては、單に放電電壓、電流及び露出時間を加減するのみで、莫大の時間と手數を溶解作業竝に分離作業に要する如き物質を簡單に分析し得るものである。

尙、目下 Glöcker[12] の研究して居る如く、資料をX線管外に置いて適當條件の下に二次X線を利用するか、又は簡單に吸收法を利用するか或は輻射スペクトルに依るとしても、管球スペクトログラフ等の改良に依つて、二元のみならず三元以上の合金其他をより迅速に、より正確に分析し得る時が近く來る事と信ずる。

終に本論文は東京帝國大學工學部冶金學科X線室に於ける研究に依るもので實驗は其の端緒に過ぎないが、尙、續行中に就き、近く又、發表する機會を有つ事と思ふ、尙、多大の御便宜と御指導を賜つた理化學研究所西川研究室の方々に深甚の感謝を捧げる。

參考論文 (12) Günther, Metal kunde, S 1, Heft. 11, 1928