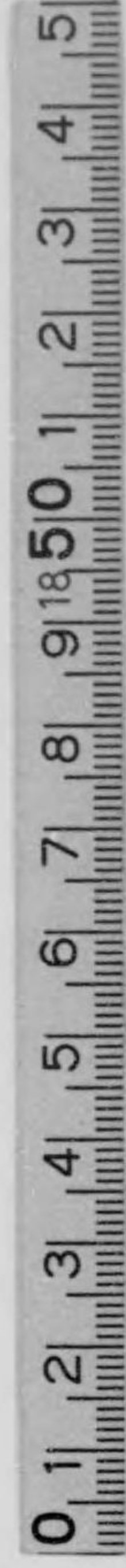


始



研究報告

第三號

義勇財團海防義會

14.5
116

14.5-116

東北帝國大學金屬材料研究所
教授 理學博士 本多光太郎君
助手 大久保義一君 共著



アルミニウム合金、鐵ニツケル合金及
鐵コバルト合金の熱膨脹係數に就て

の
人
寄
贈
本

大正
13. 8. 18
寄贈

アルミニウム合金、鐵-ニッケル合金及
鐵-コバルト合金の熱膨脹係數に就て

理學博士 本多光太郎⁽¹⁾
大久保義一

輕金屬の熱膨脹係數は飛行機製造上に其の必要を感せられて居るから吾々は歐米の飛行機用輕金屬各種材料に就て其の熱膨脹係數を測定した。又序に我研究所で作られたニッケル-鐵及コバルト-鐵合金に就ても膨脹係數を測定した。

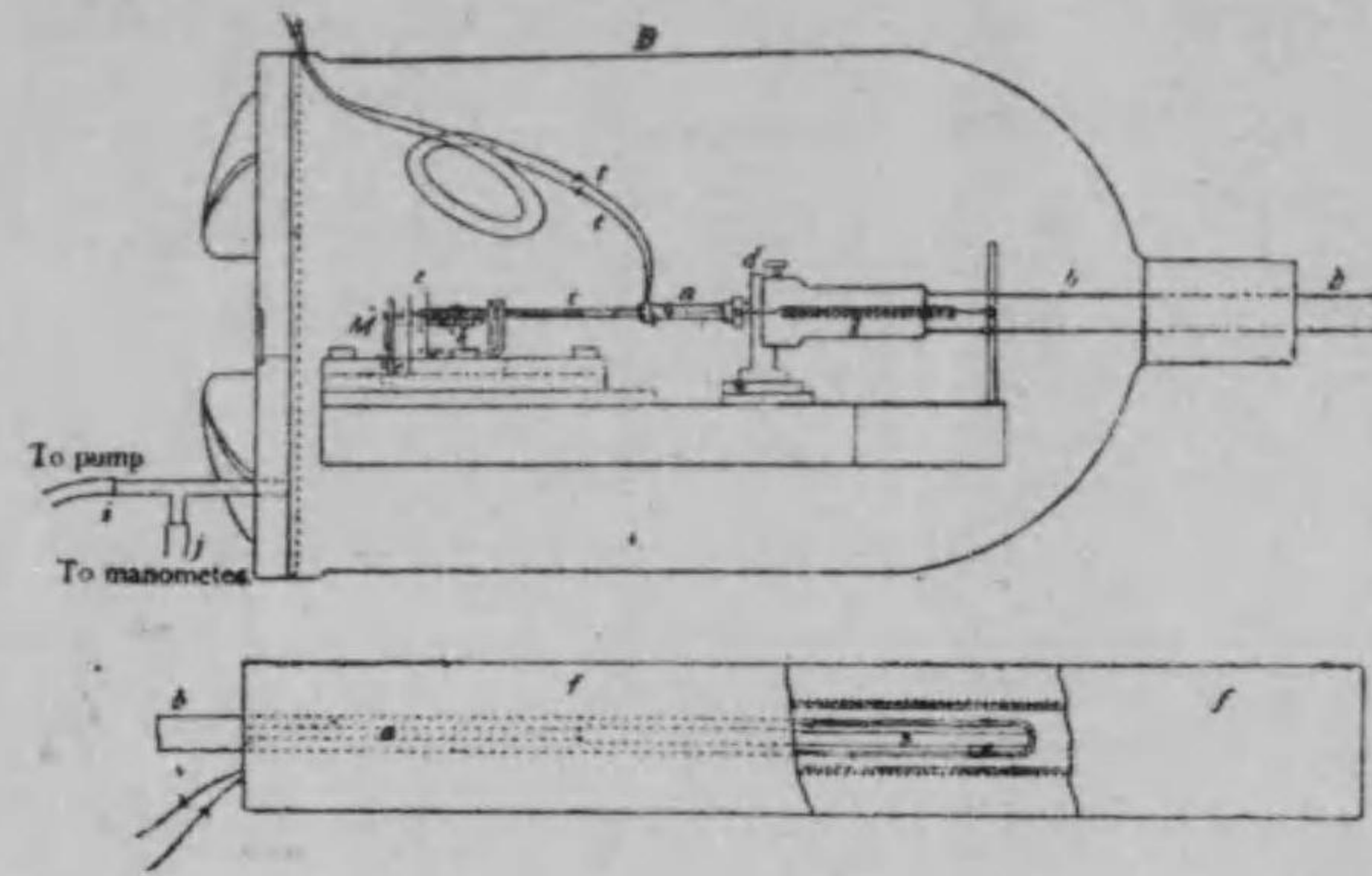
I 實驗の裝置

本實驗に用ひたる裝置は著者の一人が數年前考案せるものと同様の⁽²⁾ものである。之は佛國シュブナール氏の裝置を改良補足したもので第1圖は之を測面より見たる大體の構造を示してをる。

Sは長さ20mm徑5mmの試驗棒で左端に熱電對の一端を入れるべき徑3mm深さ5mmの穴がある。bは長さ62mm徑11mmの長い石英管で臺dに固定され其の右端は密閉されて居る。aは長さ48.4mm徑5.5mmの細い石英管で二つのバネggに依つて適當の壓力を以て管b

(1) 本研究は海防義會の補助金によりて行はれたのである、茲に同會に對して深厚の謝意を表す。

(2) 理科報告 6, (1917), 203.



第 1 圖

の密閉端に試料を押し付けて居る。真鍮棒cは石英管dの移動を小さい垂直鏡Mに傳へる此の真鍮棒の一端はバネの爲めにdに密着する様になつて居る。鏡Mの臺は三本の足を有し上部の一本は棒cの左端に接し下部の二本は支臺eより水平に凸起せる金屬片上に座つてをる。此等三本の足はcとcに密着する様にバネhhに依つて右方に引張られて居る。試験棒の伸びに依つて生ずる鏡の傾は装置の前方に置かれた垂直尺度と望遠鏡に依つて讀まれる様になつて居る。

試験棒の正確なる温度を測定する爲に一組の熱電對を用ゐる。熱電對の熱接點は石英管aの中を通つて試験棒に接觸し其の他端はaの左端より出てガラスの排氣鐘Bの壁を通して外部に出でミリボルト計に接続して居る。排氣鐘は高温に於ける試験棒の酸化を防ぐ爲に真空中で測定をする爲めに用ゐられるものである。iは廻轉式ポンプに接続せられ、jは氣壓計につながつて真空の度を測る。然し此の實驗は最高温度が500°Cを越えないから真空中で實驗する必要はなかつた。

fは長さ60厘の電氣炉で中央20厘の間は500°Cに於て温度1°C以上の差のないように出來て居る、又棒は此の一樣なる部分に置いて試験した。

若し内外の石英管aとbとの間に温度の差がないならば鏡の傾は之等内外の石英管の伸びに依つて影響されない筈である、然し内外の石英管の間に多少温度の差あるは免れないから如上の關係は満足されない。従つて試験棒と同形の石英管を代りに用ゐて豫備實驗を行ひ石英管の伸びより生ずる補正を加へた。此實驗の結果に依れば500°Cの温度の差に對して石英管のみに依るフレは僅に1.5厘である、然るに試験棒を用ゐる場合のフレは180厘を越へてをるから補正の數は僅か1%以下である。

の密閉端に試料を押し付けて居る。真鍮棒cは石英管dの移動を小さい垂直鏡Mに傳へる此の真鍮棒の一端はバネの爲めにdに密着する様になつて居る。鏡Mの臺は三本の足を有し上部の一本は棒cの左端に接し下部の二本

長さlの試験棒の伸びは次の關係式より計算した。即ち

$$\frac{\delta l}{l} = \frac{nd}{2DI} = Kn$$

此處に n=尺度のフレ、
d=鏡の支點と力點との距離、
D=鏡より尺度までの距離、
K=常數。

dは常に9.33厘であるがl及Dは場合場合に依り幾分の違がある。大體lを15厘Dを150厘とすれば $\frac{\delta l}{l} = 2.073 \times 10^{-4}n$

今此値を伸びを生せる温度差で割れば平均の膨脹係數αが得られる。加熱及冷却は極めて徐々に行つた。例は試験棒を常温から450°C迄熱するに二時間以上を要した。

II 實驗の結果

(1) アルミニウム合金

先づ最初にアルミニウム合金に對する測定の結果を記載する。實驗せる試料は次の表の如き組成と長さを有し徑は常に5厘である。

記 號	組 成	長 さ (厘)	記 號	組 成	長 さ (厘)
A	純アルミニウム	15.025	R	Alに2%Cu, 1%Cr	15.035
2E-8	Alに12%Cu, 1%Mn	15.025	Y	• 4%Cu, 2%Ni, 1.5%Mg	15.000
L-8	• 12%Cu	15.005	S	• 12%Si	15.025
Nc-12	• 8%Cu	14.995	N	• 2%Cu, 1.5%Mg	15.015
2L-11	• 7%Cu, 1%Sn	15.015	Mg	純マグネシウム	14.940
L-5	• 2.5%Cu, 13.5%Zn	15.000	D-1	Alに4%Cu, 0.5%Mn, 0.5%Mg	15.025
B	• 3%Cu, 20%Zn	15.000			

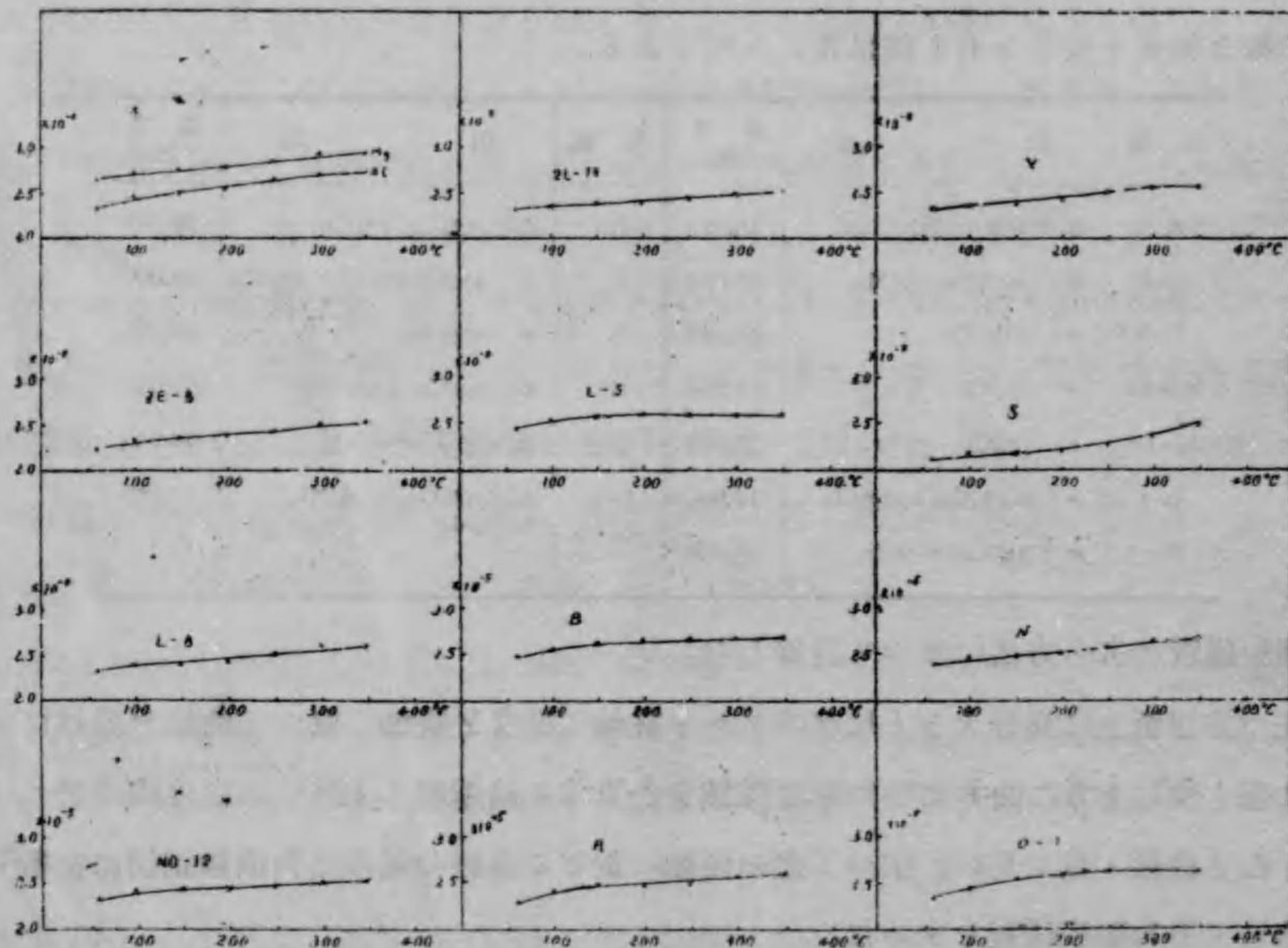
膨脹係數は次の方法に依つて計算した。

先づ方眼紙上に充分大きく尺度のフレを縦軸に温度を横軸に取つて曲線を書けば曲線は極く少し上方に曲るが平均膨脹係數を計算する範圍即ち100°Cの温度内に於てはほとんど直線と見て良い、依つて之の區間に於ける直線の傾の三角函數正切に常數Kを乗じて平均膨脹係數を求めた。

各種アルミニウム合金の各温度に於ける平均膨脹係數の計算の結果は次表及第2圖

に示してある。

記 号	K×10 ⁴	膨脹係数 (α×10 ⁵)						
		20-100°	50-150°	100-200°	150-250°	200-300°	250-350°	300-400°
Mg	2.096	2.629	2.739	2.758	2.764	2.848	2.930	2.934
Al	2.028	2.325	2.474	2.495	2.540	2.656	2.729	2.729
2E-8	2.083	2.325	2.336	2.348	2.353	2.425	2.508	2.525
L-8	2.086	2.329	2.405	2.409	2.420	2.518	2.603	2.603
No. 12	2.088	2.320	2.435	2.448	2.449	2.472	2.518	2.529
2L-11	2.085	2.324	2.356	2.392	2.419	2.454	2.498	2.515
L-5	2.088	2.445	2.608	2.610	2.602	2.593	2.597	2.602
B	2.083	2.487	2.568	2.639	2.652	2.673	2.693	2.693
R	2.083	2.284	2.418	2.484	2.470	2.507	2.590	2.623
Y	2.088	2.327	2.378	2.389	2.439	2.522	2.565	2.566
S	2.083	2.116	2.189	2.196	2.204	2.260	2.389	2.500
N	2.082	2.400	2.478	2.499	2.509	2.594	2.657	2.665
D-1	2.083	2.351	2.446	2.552	2.604	2.623	2.625	2.625



第 2 圖

(2) 鐵-ニッケル合金

次に吾々は鐵とニッケルの合金に就て其の熱膨脹係数を測定した。

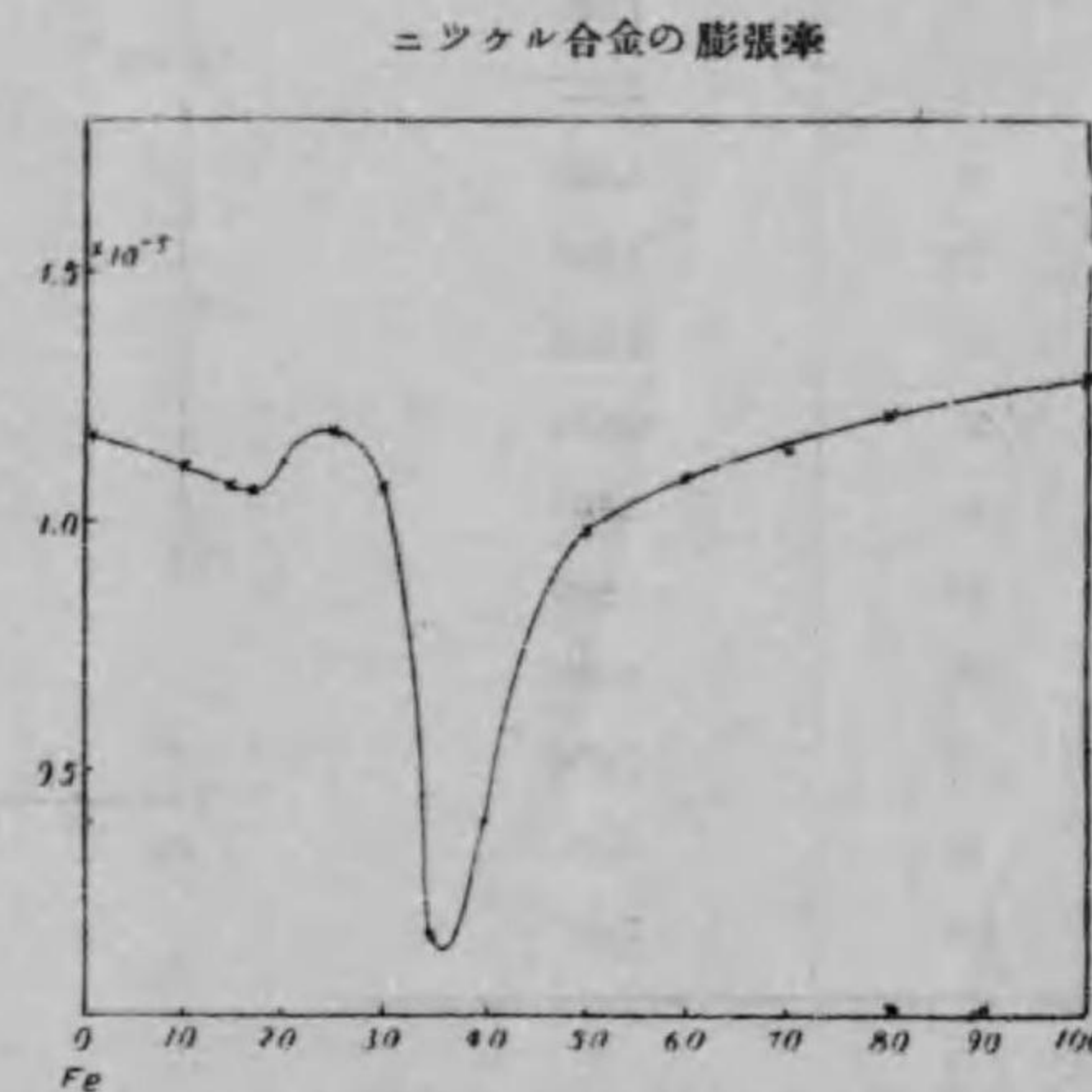
ギョーム(Guillaume), シャービー(Charpy), グレネー(Grenet)は既に同様の研究をなして居るが吾々は特に純粋な炭素の少ない鐵-ニッケル合金に就て其の膨脹係数を正確に測定した。實驗せる試験棒は次の組成を有する瑞典鐵と粒狀ニッケルとを配合して作った。

瑞典鐵 炭素=0.09%, 珪素=0.02%, マンガン=0.36%, 磷=0.021%, 硫黄=0.021%.

ニッケル 炭素=0.145%, 珪素=0.020%, 鐵=0.005%, 銅=0.014%, 硫黄=0.042%.

試験棒は徑6mm長さ22mmの鑄型で鑄込んだ後所要の形に作り900°Cにて一時間焼鈍した後試験した。40°~100°C間の平均膨脹係数測定の結果は次の表及第3圖に示してある。

ニッケル(%)	膨脹係数(40°-100°C)
0	1.163×10 ⁻⁵
10	1.103
15	1.066
17	1.052
20	1.116
25	1.174
30	1.061
35	0.163
40	0.382
50	0.976
60	1.077
70	1.133
80	1.206
100	1.276



第 3 圖

鐵にニッケルを加ふるに従ひ膨脹係数は最初18%まで極く少しく減少し其れから25%まで少し増加して居る。夫れから36%まで急に減少して僅に0.163×10⁻⁵の値を有して居る。之は所謂アンバー(Invar)なる合金の膨脹係数に相當する。尙ニッケルの加は

るに従ひ膨脹係数は初め急に増加し50%より純ニッケルに至るまでは徐々に増加して居る。

之等の結果は18%に於ける曲線の僅かの極小を除いてはギオームの結果と一致して居る。

(3) 鐵-コバルト合金

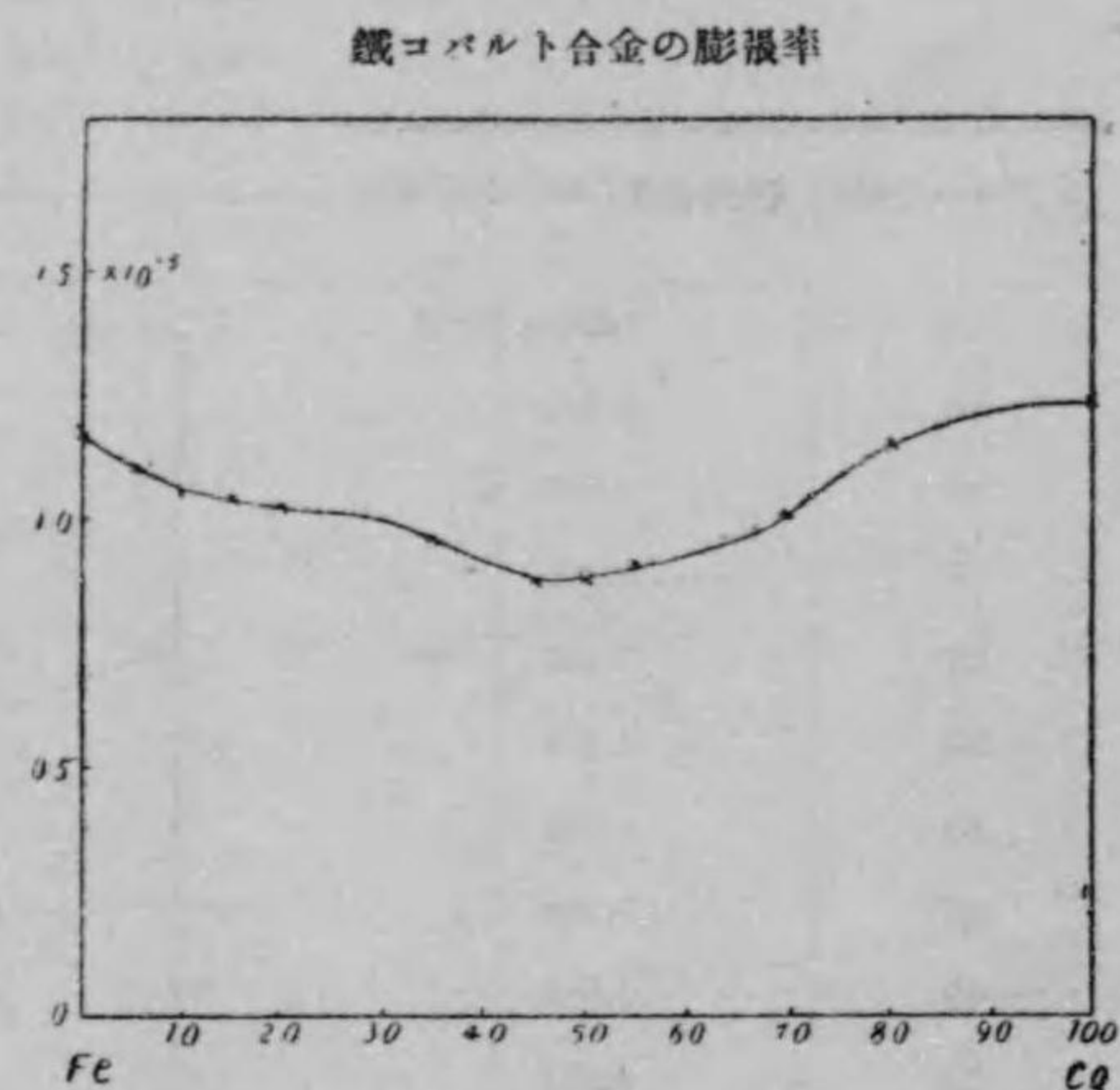
最後に鐵-コバルト合金の膨脹係數に就て研究した。

試料は上述の瑞典鐵にコバルトを配合して前々と同様の方法にて作つて實驗した。コバルトの組成は次の如くである。

炭素=0.474%, 珪素=0.173%, 鐵=0.180%, 銅=0.087%, 硫黄=0.014%

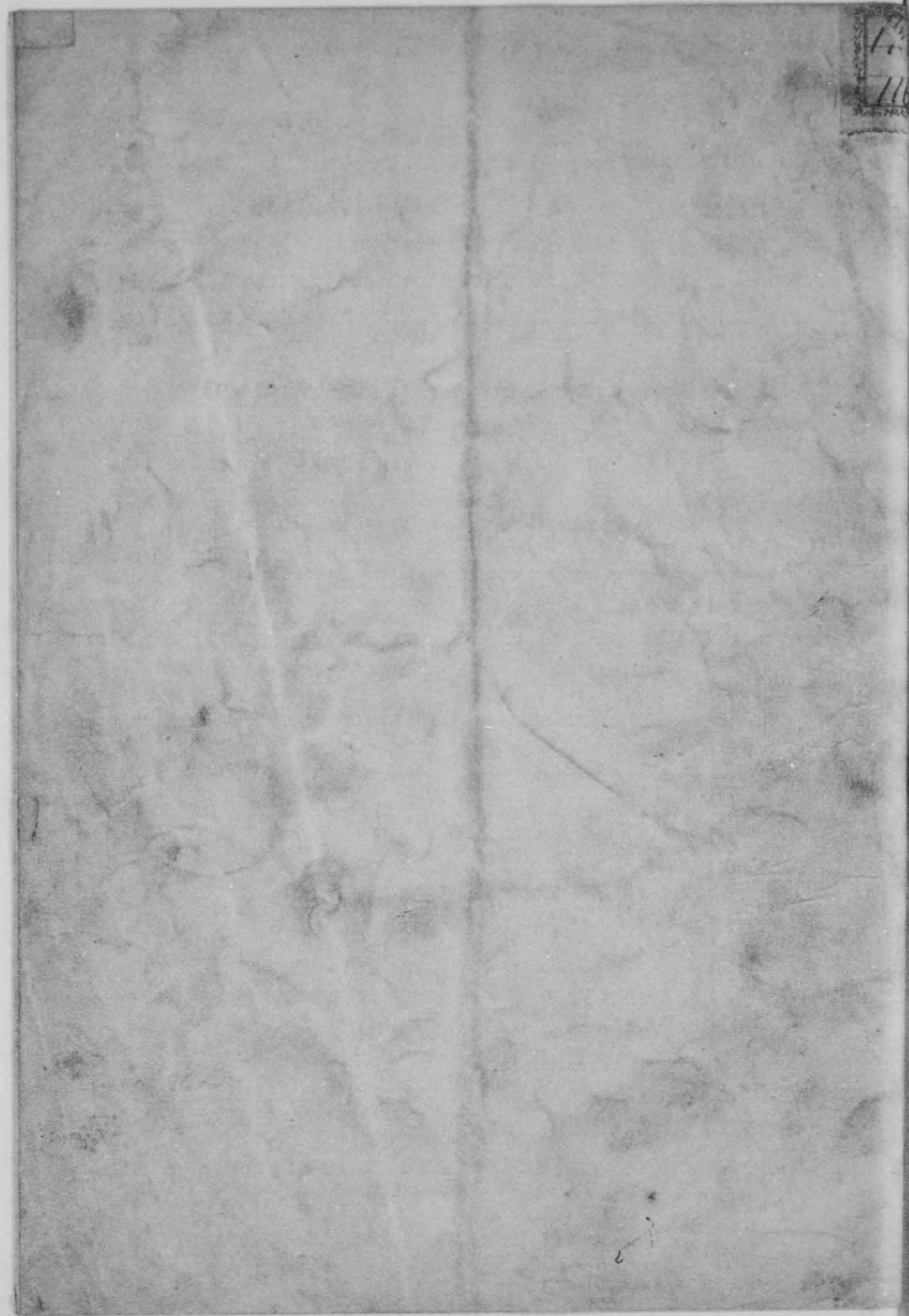
40°Cから100°C間の平均膨脹係數の測定結果は次表及第4圖に示した。

コバルト(%)	膨脹係數(40°-100°C)
0	1.162
5	1.097
10	1.046
15	1.035
20	1.022
35	0.954
45	0.865
50	0.867
55	0.899
70	0.994
80	1.148
100	1.225



第 4 圖

第4圖に見る如く鐵の膨脹係數はコバルトを加ふるに従ひ少しづつ減少し48%の所に不明瞭なる極小があるが夫より純コバルトに至るまで徐々に増加して居る。



終