

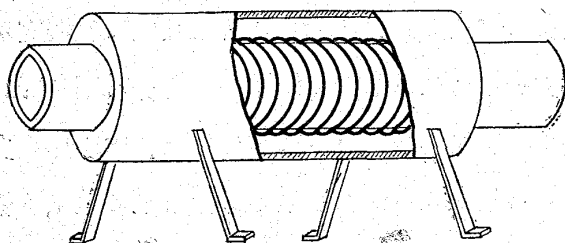
々が研究して置かねばならぬ事と思ひます。此點に就ては製造者側も使用者側も雙方とも協力一致して研究を致して國外より入り来る軌條に優るものを作り出さねばならぬと思ひます、尙ほ進んでは之を國外に輸出する位に致したいものであります。鐵道省に於ても前々から軌條に就ては色々の研究をなされて居ると云ふ事でありまして、製造者としては註文者から要求される通りの物を作る事に努めねばならぬ事は無論の事ではありますが又製造上の點に就ての利害得失を考へねばならぬ、成るべく良質のもの良い形のもを安價に作るべき事を勉めねばならぬと思ひます、形鋼殊に大形鋼に就ては相當に需用もありますし近き將來に於ても震災に鑑みて鐵骨建築が増すことゝ存じますから需用も追々増して來ませう、左様な時期に向つて居りますから製鐵所で此の如き大きな形鋼工場を出来るだけ働かせる工夫をしたいと考へて居ります、種々の困難を排して成るべく内國品を使用の方針を以て製鐵所へ註文を引受けたいと存じて居ります、註文が澤山にあれば自然と生産費も下るわけでありまして、前の分析表にも掲げました通り軌條は轉爐鋼若くは平爐鋼を用ゐて製造して居ります、形鋼は全部平爐鋼を用ゐて普通の軟鋼の程度のもを作つて居ります、我等が日々運轉して居ります所の此等の工場設備に就てはまだまだ改良の餘地も有らうと思ひます、今日御話致した設備なり製造方法が全く理想的のものであるとは考へませぬから其點に就ては大いに研究も進める事に致し又諸先輩の御意見等も伺がい度いと存じて居ります、そして此仕事を益々盛んに致し度いと思ふて居ります、甚だ長時間御清聽を煩はしまして恐れ入りました。(終)

鐵鑛の還元作用の反應速度に関する實驗 (其一)

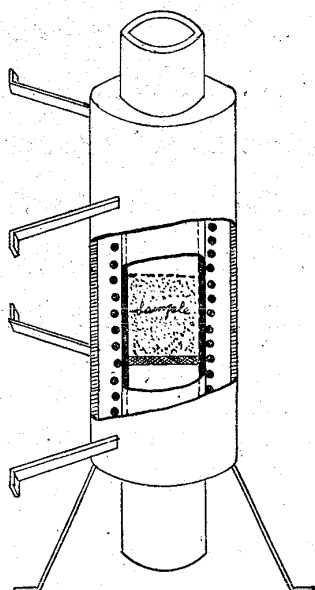
杉 本 惣 吉

私の鐵鑛還元試験を初めましたのは、大正6年の初めかでありまして種々實驗の方法、其他設備で愈々着手しましたのは同年9月11日でありました、私が Blast furnace man であります關係から其方法は矢張之れに似たものにし度いと考から、丁度其時本溪湖で銑鐵の炭素を檢定する爲め買て居りました、電氣燃焼爐を縦に起しまして其中央の所に試料を置く様に適當の所に Asbestaus fiber にて棚を作り其上に試料を置きました、試料は Fe_2O_3 としましては普通の milled steel bar を削りましたものを鹽酸で溶しアンモニヤ水で沈澱させ温湯にて能く洗ひました水酸化鐵を適當に燒きて Fe_2O_3 の状態になしたものを用ひました、 Fe_3O_4 は天然のもの即ち本溪湖と釜石の新山鑛石の中の純なるものを用ひました、還元を用ひました瓦斯は最も實際的を望みました故に熔鑛爐の上羽口より取りました。そうして之を小さな瓶でなく Compressed Air の Air Reservoir を6人計の人に擔がせて tuyere の側に持ち行き水を充し上羽口より爐内へ突込みたる 1" 管の一端を適當の方法にて空氣の混ぜぬ様にして其 Reservoir に連結しました、そうして中の水と交代させました、此熔鑛爐は其頃 180

(A) 横式電氣燃焼爐



立てたる圖



厩以上出して居りました事で従て瓦斯壓力も相當に高くして tank の中に空氣が這入る様の事はありませんでした、其成分は大略 $\text{CO}=34.2$ $\text{H}_2=2.5$ でありました、瓦斯中の水分丈は鹽化石灰と濃硫酸を通して清淨しました、御存じの通り爐内の Coke が羽口の所に下りますには相當高熱の所を通り來り居ります故 Hydro-Carbon は檢定されませんでした。

其の試料還元後の瓦斯は Soda lime にて CO_2 を吸收させて Balance にて直接に計りました、爰にありませぬ第 8 より第 18 迄の diagram は各 10 分間毎に見ました CO_2 量を耗瓦で示しましたものであります、此試験は随分多くやりまして熱を次第に昇しつゝ、1,100 乃至 1,200°C 迄で昇る間に各 10 分間に計りました事もあります、一例は第 8 第 9 圖表に示してあります。

これは熱度 10°C を何分間に昇すとか又 10 分間に何度昇すとかの方法を缺いて居ります爲め嚴確に申しますれば $C=f(\theta, t)$ の表面圖即ち立體圖で示すべき

であります時間がなく 2 枚の圖表其儘とし置きました。第 10 圖表より第 18 圖表迄でのものは等熱にて 300—400 ……1,100°C 迄を別々に實驗したもので其平均しましたものが第 7 圖表であります、爰に豫想に反しました成績は釜石鐵鑛が本溪湖鐵鑛より還元し易しかつた事であります、本溪湖のは置場に貯藏し置きますれば自然風化作用にて粉末になる位のものが反て堅緻なる釜石のより還元し悪いのは其成因が異なるので本溪湖のは少さくとも 1 個の塊を作り且つ其形狀が球形乃至は球形に近きものであつて表面積が其質量に對して少ないのと釜石のは粉碎する時片狀に近いものとなり表面積が割合に大きくなつて居たる爲めではありますまいかと存じ居ます、尙粉碎の度は何れも 150 メッシュのものであります。

第 7 圖に依りますれば釜石鐵鑛は次第に熱が高まるにつれて還元率が進んで居ますが本溪湖のは一寸變な所がありますが、何の爲めなりしか判斷し兼ねて居りますが何分にも此近所では炭素の分離作用が盛であります故實驗は大變困難であります爲め此近所では普通の試験法では正確の結果は得られぬ事と存じます。

次に致しました實驗は大學の實驗室で致しましたものであります此成績は table II. に示して置きました、是も矢張 CO_2 にての結果もありましたが此表のものは分析と計算に依りましたもので左

の方は分析に依り右の方は凡て計算に依り得たものであります。

以上は大正6年及び10年のものでありますが今少し適確な成績を得たいと思ひまして俵教授に願ひ御指導の下に再び致しましたものが本報告の主なるものであります。其間には地震等もありますし且つ私の無智無能の爲め尙ほ充分の成績を得て居りませず教授に對しては誠に申譯なき事に存じ居ます。

此度は試料の上に送ります瓦斯の量を正確にする事に意を用ひました、夫には圖にありますイ、ロ、(實驗裝置圖)部分を硝子にて作りまして是を 100°C に於ける湯に浸し温度の變化ない様にしました、而して瓦斯の元の方を一定の壓力にし又試料の入れてある爐の方の壓力を一定にしますれば即ち(イ)と(ロ)の壓力が一定であつてOなる小孔の前後の温度が常に一定であれば通過する瓦斯の量は一定と云ふ事の假定を置きまして種々と其量を計りましたが學理的に作られたる諸種の式に合致する様の成績は得られませんでした。之は其方法が瓶にあるものを追出すに水を用ひます故に水の蒸気が起りまして之が種々の妨害を致しまして隨分と努力も致しましたが駄目でした、瓦斯の交換に水銀を用ひますか又は瓦斯瓶及び計量器全部を一定温度の中に入れて爲すに非ざれば不可能なる事を知りました故に或形の式にて示すなどの事は簡單には行かぬ事と存じ中止しました。

此の小孔部Oの斷面を檢鏡すれば圓形ではありませんので1つには計算と實地が合はぬ事も知りました、一例は橢圓O形となり大なる徑が 0.35 m.m あるに短き方は 0.28 m.m と云ふ工合で硝子の事であり正確の孔を作る事は六ヶ敷くあります。

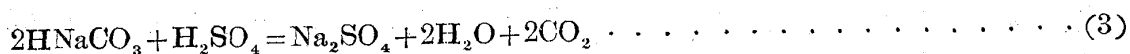
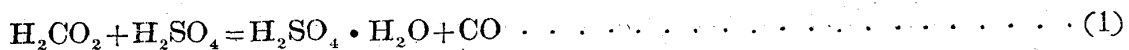
兎に角前申しました通り孔は正圓に非ずとするも一定でありますれば壓力に變化なき限りは宜しとしまして其壓力を正確に一定にするには如何にせば宜しきかと考へました結果、裝置圖の様の考案を致しました、之れは瓦斯が送出される爲めには瓶に水を入れねばならず之には私の實驗が極少量の瓦斯を正確に要す爲め従て正確の水を送らねばならず之の加減は中々六ヶ敷くて今調節しましても數秒の後には變化を起します、其の調節は自動的にする外ありませんでした、之には出来る丈の調節は初めに致し置きまして其後に起る變動は自動調節に依りました、即ち始め手で之れなれば其儘放て置きましても宜しと思はれる位にして置きまして然る後起る變動を自動機の働に委ねました、夫れは第7圖の極左方に示してあります、其用法は必要量より少し多く出ます様にし置き定壓を越しまして其の差が感ずる様になつた時、弁を閉づる様にして置きました但し之は反對にして常に心持ち少く出る様にし置きましても宜しくあります。

之れには硝子栓のハンドルqに小き木の長き柄を付けまして其の先端に鍼力の小きき輕き内空の圓筒A(裝置圖)を極小き鎖で連結し其圓筒を(Solenoid B.)を豎てたるもの、中に入れて適當の位置に置きました、而して瓦斯壓力に變化のありますれば直ちにSolenoidに電氣が通じ中の圓筒を引上ます依て初めの柄の取付工合に依り此所のコックを開ち(又は開き)ます、即ち水滴を止める(又は出す)事に依りて瓦斯を調節します、爰に申します水の加減なるものは實に少量のもので一度の量の

變化は1瓦以下のものであります、始めに困りましたのは電氣が切れる時此所にスパークが起りまして其度毎に水銀の煙が甚だしく立ちまして氣味の悪い程でありまして皆様の申されるには水銀の煙又蒸汽は有毒ならんとの事で之を止める爲め種々と其の方法を取りましたが最後に到達しましたのは装置圖左端上部に示す如き連結でありました。

電氣は EFC の廻路に依り常にサーキットを作り居ります、ソレノイドの方を電氣が通る時は EFG HBC の廻路を経て併列になり夫が切れれば EFC の廻路をのみ通りて居ります、是れで兎に角スパークする事丈は止みました、此所は初めピアノ線を用ひましたが直ぐ酸化します故後に白金線を用ひました、尤も爰には冷す積りで常に水を入れて置きました。

此の balance beam の長さは 800 m.m にして支點 F と float spindle の間を 40 m.m にしましたから浮器の浮沈が 1/20 m.m ありましても電氣を通し又切るには充分でありました、其爲の水柱マンメーターに於ける瓦斯壓力の變化は目には見えませんでした、而し慥に變動のある事は磁氣の働きでコックの柄が常にカチャ、カチャと上下して居た事で分りました。使用しました瓦斯は



に依り CO, N₂ 及び CO₂ を作りましたが其製法及び清淨法等は他の實驗者の是迄屢報告されましたものと大差ありませんから 略しますが CO の場合は大氣の混入さへなければ不純物は少しも發見されませんでした、KOH 液やら焦性没食子酸液にて洗ひます時は瓶内液の上部にある空氣を充分追出す事には致しますが時としては尙ほ残留する事があります且つ各瓶の接續部等に附着しある空氣が混入しまして反て成績が悪き様でありましたから後には CO は其儘とし製造中や瓶から瓶に移します折は常に壓力を 10 m.m 乃至 20 m.m 位大氣壓以上にして作業する事に注意しました。

爰に作りました瓦斯は純なる状態にして夫々 CO, N₂, CO₂ の各貯藏瓶に入れ置きまして之を又 K なる 30 L の瓶に移して使用しました、純 CO を用ひます時は CO 瓶はなくとも宜いのですけれども調和瓦斯例へば CO 50 に N₂ 50 とかものを用ひます時極く靜に氣を付けて入れる爲め是非共必要であります、充分氣を付け比を定めて入れました瓦斯は一夜置きまして充分混和したと思ふ翌朝 K 瓶の P の所より試料を取りヘンペルの法で試験しました、始めはオルサットを用ひましたが充分吸はせるには特に CO の場合は「オルサット」では充分振る事の出来ない爲め何時も低き結果を得ます爲めヘンペルにして且つ液は水でなく水銀を用ひました、そこで此 K 瓶から出て來ます瓦斯は水蒸氣の外何も含んで居りませぬから試験爐に行く前に之れを取りますれば純なる CO 又は CO と N₂ の混合瓦斯であります、此水分を取りますには圖にあります鹽化石灰の瓶高さ約 600m.m 位のものを用ひました、數は 4 個程用ひましたが後には 2 個で充分なる事を知りました夫は長き試験の後此上の方に入れあります無水磷酸の状態に分りました。

用ひました反應管は熱の高き所即ち 800°C 位以上では Silica tube を用ひましたが夫以下では磁製管を用ひました。

何れの場合にも試料の下方の部には磁製の棒の入り兼ねる位のものを砥石で磨りて入れました、此目的は作用したる瓦斯を出来る丈け早く爐外の冷所に抜き取り途中の中間熱度の場所に長くありては CO の分解などあらん事を防ぐ爲めでありました、初め上部にも入れる考でありましたが一つは一寸方法が面倒でありますのと CO が $2\text{CO}=\text{C}+\text{CO}$ に分解するのもカタライザーのなき限り檢定する丈の量に達しない事を發見（私の實驗の場合）しましたのと今一つは CO が試料の所に来る迄には所定の熱度に上り居る事は必要でも有ますし、之を致しませんでした、以上は爐に CO を送る迄の作業でした。

次は小孔 O の後方よりして爐内の壓力を一定する必要があります、小孔 O の前後イ、ロ、は直径 8c.m × 長 5c.m の瓦斯溜めでありまして壓力の調整をなすの作用をなさせ、瓦斯の抜き取りは始めはハンドレギュレーションでやりましたが中々世話で變動ある事を免れませんでしたので最後に automatic sprengel pump を用ゆる事に致しました。所が fall tube の上部の具合でありますが中々面白く行きませんで水銀が滴々と落ちます時に壓力にピクピクと應えまして面白く行きませんので實驗の結果最後に圖の様な具合に加工を致しました、而して其の fall tube の内徑が又適當の大きさに作り出すに數度變更しましたが試験の結果其内徑 1.5m.m では少し小さすぎ 2.0m.m 位が適當と思ひました、其他の U 字管の所は 3m.m 位で宜しく有ます fall tube に次で大切なるは Rise tube で有ます之れは大に過ぎますれば水銀が棒状にならず言葉を替へて申せば水銀棒と空氣棒の交互の者が出來ず故に水銀が昇つて來ぬ事になります、平日の大氣壓は 755—765m.m 位でありますのに 1m 以上の所へ水銀を引上げますには空氣、水銀、空氣、水銀、と交互の棒にて此 tube 内を登りませんではなりません、之は 1.7m.m 内徑位が宜くあります。

如何に suction を加減しましても恰度宜しき所を得る事は困難で有りますから常に少しは必要より餘分に水銀を吸上げさせます、其所で Over flow tube の必要が起ります、之れは大きいのは差間有ませんが餘り過大では水銀が餘分に要りますから 4—5m.m が適當であります尙ほ單に Over flow させる丈の事なれば之れ以上に小さくする事も宜しいが、而かすれば fall tube 同様空氣の棒を夾む事になります、之れは避ける方が宜く有ます、と申すのは此の下部は 1 つのマノメーターの用をなさせサクションの度を常に見る事の出來ぬ爲め前申す位の大きさが宜くあります。

suction は 20L. の硝子瓶を経て water pump に連結しました。水道も初めは水壓の變化がありまして之では Automatic Regulator を付けねばならぬかと思ひましたが後は大した變動も有ませんで常に手で加減して充分平均に行きました。

此様にして上りました水銀は低きに從ふて來ますが之をして fall tube の所で常に同じ速さで落す爲めには其の直前の U 字管に 2 個のコックを付けて充分加減しました。爰では水銀が常に瓦斯と交

りて落ちて居りますから fall tube の上の瓦斯の壓力は大氣に比して負であります、500m.m 位負であります、之は tube の長さで如何様にも出来る事は出来ませんが相當にしませぬと運行に靜平と申す事が出来ませんでしたから左様にしました、而し夫では試験爐の内部も同様になり私の致さんとしありますのは大氣壓でありますから爐と pump の間に三角形の毛細管を入れました、之も中々恰度よい大さの細管が出来ませんで硝子細工に於て出来る丈小さきものを作らせ而して少し切り又少切りして爐内を大氣壓にする事が出来ました、斜の方は大氣壓より少き壓力にて試験する場合を豫期して太き内徑にして且つ「コック」を附し加減の出来る様に致し置きましたが之れは用ひませんでした。

前に歸りますが、試験管の上下には硝子の帽子を作りまして實驗の際はカナダ、バルサムで能く付けて置きました帽子には水銀コックを附て置きまして且つ支管を附し夫れにも水銀コックを附し試験の前には眞空 pump で空気を抜き置きまして所定の熱度に達した所で念の爲め今一度内部を眞空にし然る後瓦斯を送り始め實驗に取掛りました。

Fe_2O_3 の場合は初より眞空になし置く要はありませんが F_3O_4 の場合は初めに眞空にしませんと熱を所定の點迄昇す間に酸化作用起り試験の結果が初めの方に Fe_2O_3 の時と同様の現象が起ります。

是れは申す迄でもありませんが眞空 pump を掛けます際は sprengel pump の方も栓を開きます爲め其時は fall tube の中には大氣壓に相當する高さに水銀が上ります故眞空の度も從て見る事が出来ます。

而して瓦斯は試料の所を通り fall tube より Collecting tube に參ります、此の tube も F の方は種々と變更しましたが 12-3 分時間の量が入る容量で出来る丈高さの低きものが宜くありました、之の瓦斯を No. 1 ビュレットに取ります之は始めビュレット全部水銀で充ちあります故 Collecting tube との間の栓を開きますればビュレットの水銀は下り瓦斯が入り來ります、同時に Collecting tube 内の瓦斯は出で從て水銀が昇ります。油斷しますと水銀が昇り過ぎ毛細管の内に入りますと Collecting tube に瓦斯が入來りても水銀は下りませず次回に此瓦斯をビュレットに取ります時水銀が第 1 番に來ます爲め實驗に害はありませんが一方に水銀が餘分になり他に不足します故 2-3 日目には之れを調整するの必要が起ります故一方の手でコックを持ち居て Collecting tube 内の瓦斯が全部出たらば直ちに閉ぢます、而しますれば次の 10 分時間は其儘に放置します其間にも試験管の中より瓦斯は斷へず fall tube を經て少しづつ Collecting tube に止りて居ります。一方瓦斯ビュレットに入れました瓦斯は上部の水銀コックの方向を替へ side tube の方に連絡させビュレット内の瓦斯に壓力を加えて side tube U の水銀が平均するに至り量を讀み記帳しました (之のビュレットは side tube の水銀が平均すれば夫で讀んだ數は 760 m. m 壓力 0°C 於ける Gas, 1 m.g. mol の單位に於ける數になる様に致し置きました、其には初めビュレットの外の大シリンダーの中に粉碎したる氷片を充し内部が充分平均に 0°C となりました所でバロメーターを見て其壓力丈正又負の所に水銀の行く様に壓力を調節し是

れで良いとの見込が付きました所で圖上 R の所を瓦斯焰で熔閉します、夫れ迄に此の R の所は大氣と連り居ますから内部は大氣壓であります) 記帳が済めばコックを向け替えて次の No2 ビュレットの方と連絡を付けます、而して水銀を極く靜に昇せます、つまり瓦斯を驅出します、此の No2 ビュレットには抱和の KOH が一杯盛りあります、故其中を小さな泡となりまして昇ります此長さが 2 米突程ありました故充分吸収しましたのみならず後には 1 米突半あれば充分なる事を知りました、なれども其儘用ひました。

No1 のビュレット中の瓦斯が皆出ますれば 2 個のコックで連絡を斷ちまして前同様の法で量を讀みま、之れが CO₂ を去りたる後の殘溜瓦斯の量となります故、No1 ビュレットにて計りたる量より No2 にて計りたる量を引きますれば之が CO₂ の量となり之の CO₂ の量を初めの CO の量で割りたるものが CO が CO₂ に變化する比として NO.1 より NO.6 圖表に示したものであります。

只今第 No1 ビュレットの水銀を上げ下げしたり No2 の KOH を上げ下げしたりする事を申しました之れは圖に示します様の空氣タンク M を置きまして水道栓と連結し水を自由に且つ容易に加減する事の出来る様のコック柄を付け置きまして水銀の上る早さを見つゝ之を動かし水を加減します而しますれば此のタンク M 内に水が入ります爲め内部の空氣が壓搾され従て水銀を押し上げます、所要の所に上りましたなら水栓を止めます 10 分でも 20 分でも水銀の位置は變じませぬ尙ほ長くも變じませぬが 2-3 分以上止めて置く様の必要は少しもありませんでした、N の所のコックですが始め種々と込み入りたるものも作りましたが實驗が段々馴れて参りまして後は單に四方コック 1 個で空氣タンク M と No1 ビュレットの水銀瓶 S と連絡する時は No2 ビュレットの KOH 瓶 Q との連絡は斷たれるのみならず Q 瓶は外氣と連絡する様に又 KOH 瓶と空氣タンクと連結せば水銀瓶は其反對に外氣と連結される様にしました、是れは何んでもない事の様ですが實驗の上に大分手数を省く事が出来ます従つて計算や圖表位は書ける様になりました。

而して各 10 分間毎に計量するに始の程は No1 ビュレットは 2 個用ひましたが後は 1 個で事足りました、2 個用ひます事は瓦斯の計量竝に No2 のものへの移し替が済まぬ内に Sprengel の Collect tube には一杯になる、時間は來ると云ふ爲め其時は 1 個の方に瓦斯を入れ置く爲めでした。

以上の様にして實驗致しましたが何分共本實驗は所謂不均等化學變化であります事として 10 回やつて其中 1 つ 2 つの良き結果を得れば餘程成績の良いのでありますから私の致しましたものは數百回致しました中より良い分のみに就て平均を取りました、なれ共尙ほ絶體と云ふ事からは隔りがあると思ひます。

試料の大きさは 100, 150, 200, mesh の節に掛けましたものを尙ほ乳鉢で摺りまして使ひました。實驗中平坦な滑な進行を得て大は喜んで居りますと突然不合理な曲線となる事があります、其れは熱其他に變化のある場合は勿論ですが然らざる場合に起る事があります、之は鑛石の中を瓦斯が通り居ます間何かの理由に依り其通路に變りがある爲めであらうと云ふ事になります、鑛石を粉狀とせず Cube

にしたならばと云ふ案もありますが此の場合は正面への瓦斯の突き當るのは最も強い様ですが上と兩側の化學反應は瓦斯速度の關係より反て盛んに起ると思はれますし又反對の側は最も反應に具合が悪く底部は其次に悪くありませふ、之を比較的に關係を取る事は一寸出来ませふといふに瓦斯は上部の最も空隙の大きな部分を通ります際は素通りをする結果を來ませふと思はれます又ポートに入れて致す事も表面と底部との化學變化の進行の速度は必ず異なる事と思はれます、從て實驗の成績を何時間に何瓦の鑛石に對し何程の瓦斯を用ひたと申しても之は試験者、場所、時等に依り随分變りたる數が出る事と思ひまして私は常に鑛石を粉末にして燃焼管を立てたるものゝ中にて平均に瓦斯が通る様に致します、而して私は粉末の表面と瓦斯の接觸の時に就て少し調べ度いと思ひまして試料の粉末間の空隙を計りたる事もあります、夫には比重瓶で蒸溜水と共に入れ計る事も一の方法であります但し始め秤量しました試料を水の中に入れますれば全部が左様ではありませんが餛飩粉を水に入れた様に中々都合よく沈みませんで私は瓦斯分析に用ゐますビュレットの上部に比重瓶に粉末試料を充満したるものを取付けまして一方の水銀を上下して内部の空氣を其中に引込み壓力差（大氣壓に對し）と容量の變化を計り普通の瓦斯式を用ひて計算しました正確に申せば Van der Woats の式を用ゆべきであります但し Constant を計るやらの面倒がありまして私の本來の實驗の爲め時間も少き爲め大體の數を得れば宜しと存し普通の式を用ひました其結果は

Tabel IV

	試料 10 gr に對する容積 C.C.			眞比重	1 m. gr. mol. に對する空隙 C.C.
	總容積	空隙	實質容積		
自製	8.00	5.94	2.06	4.85	0.95
小西製	8.00	5.78	2.22	4.51	0.923
本溪湖	4.03	1.65	2.38	4.20	0.383

$$\text{試料と瓦斯の接觸時間} = \frac{12.18 S t}{TV}$$

S = 試料の空隙

t = 瓦斯の通過の時間

V = m. g. mol. で計りたる瓦斯容量

T = 絶對度に於ける試験爐内の熱度

以上式にて次の表を作りました

Table V

T Abs	Time of Contact in Minutes per 10 m. g. mol of Sample									
	600°	700°	800°	900°	1000°	1100°	1200°	1300°	1400°	
本溪湖	0.078	0.0663	0.0583	0.0518	0.0467	0.0424	0.0389	0.0359	0.0333	
自製 Fe ₂ O ₃	0.193	0.1654	0.1446	0.1286	0.1159	0.1033	0.0956	0.0890	0.0827	
小西製 (150mesh)	0.1876	0.1610	0.1407	0.1250	0.1126	0.1023	0.0938	0.0866	0.0803	
自製 Fe ₂ O ₃ (大正14年前のもの)	0.2357	0.202	0.1765	0.1570	0.1415	0.1285	0.1179	0.1088	0.1010	

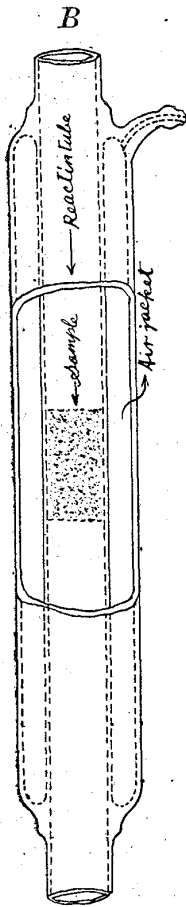
用法は例令ば本溪湖鑛石 40 m. g. mol を用ひ 1,000 Abs にて 10 分間に 5. m. g. mol. CO を通した時の瓦斯と大氣の接觸時間は

$$0.046 \times 4 \times \frac{10}{5} = 0.3736 \text{ min} = 22.4 \text{ Sec}$$

此の接觸時も絶對數からは多少の隔りがありませふ、而し本溪湖は天然 magnetite である理由に依り圖表に見る通り人工的に作りたるものより還元が困難と考ふる事は間違とは申しませんが尙ほ不充分の考と思ひます、夫は第6表に見ます通り接觸の時間に差のある事を考へますれば明かであります。

試料たる微粉の表面積をざつと見てみました夫には簡単な法としては Micrometer にて直徑を計る事の外ありませんので 2 m.m と 16 m.m の Objective を用ひて擴大したものを接眼鏡付 Micrometer にて計りました。前者は 100 萬分の 5 c.m (50 μμ) 後者は 10 萬分の 4 c.m (4 u) 迄を読み得る事が出来ますので可なり良く計れましたが本溪湖のは粗なる所で 0.12 m.m 微な所で 0.0015 m.m なるに Fe₂O₃ のは粗なる所で 0.04 m.m で微な所は 0.0005 m.m でありましたから大體に於て本溪湖のは Fe₂O₃ の大凡 3 倍の直徑を持ち居た事になります。而して球及び正六面體の容積と表面積の比は其直徑に反比例するもの

$$\frac{\text{面積}}{\text{體積}} = \frac{6}{\text{直徑}}$$



でありますから大體の見當としては是等に近きもとし且つ試料の密度を前表の通り似たものでありますれば直徑が 2 倍になれば面積は半分となり直徑 3 倍になれば面積は 1/3 となる次第でありますから此關係に於ても本溪湖 Fe₃O₄ が還元し難かつた事は至當の事であります故 Fe₂O₃ だから還元し易く Fe₃O₄ だから難いと斷ずる前に尙ほ充分の調査が必要で是等の考を持ちまして圖表を作りて見度いと思つて居りますけれ共未だ其所迄手が届かずに居ります。

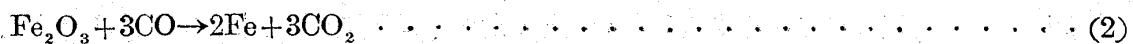
熱の Control であります之は初め自動的のもので京都の松原氏が御實驗になつたのに似た様のもので作りましたが何ふも豫想通り行きませんでした故後には抵抗器を 2 段に使ひました、初めのもはノッチとノッチとの抵抗の差 1.3 OHM 位のものを用ひ第 2 段に 0.075 を用ひまして、大體の所を第 1 器で調節し置き様子を見て少しの變化ある所を第 2 器に依り手働的に調制しました、熱調節は一般に爐内に一方を密封したる管を爐の中に入れ置きまして熱の上下に依り起る膨脹の度を利用してなされますが之は充分面白くないのは熱の降下が bulb に働て來た時初めて電氣を入れる事になり電氣が働きを充分にする迄には爐は或る時間尙ほ下ります、而して電氣が働きて熱を起し其熱が bulb に感ずる時は爐の電線又はリボンの所は所定の度以上に昇り居ります爲め電氣は切

られても尙ほ熱は昇ります事は注意深き實驗者は誰も御存の通りであります、夫より根本の電氣の voltage を調制即ち發電所より來る電壓は變動しても爐に働く電壓は一定させる装置をする事が必要で且つ效果の良い事と存じます、又其 Air bulb であります之れには B 圖の様の試験管の外部に Air jacket を作り付けたるものを用ひなば好結果を得る事と存じます。

本實驗は 1,127°C より 327°C 迄の間各 100°C 毎に實驗したるものであります、試料は天然磁鐵鑛としては本溪湖の純なるものを取りました之は坑内より採鑛された儘のもので鐵分が 72% ありまして天然物としては極純のものであります尙ほ之を大竹（山陽製鐵所）の熔鑛爐に送り海軍に納める鉄鐵を造ります爲めに電氣撰鑛法を施したる粉鑛を用ひました。Fe₂O₃ としては實驗所で種々の經驗にて Fe₃O₄ の混交せぬ様に蓆酸鐵 Fe₂(C₂O₄)₃ より作りたるものを用ひました、之を作る時は Fe₃O₄ が良く出來ます、初めの程は殆んど全部磁器に附着する事もありました。

次に瓦斯の事でありまして純なる CO を用ひました外 CO に N₂ を加へましたのは高熱に於ては Fe₂O₃ の O₂ の取れる時間が餘り速き爲め其測定に困難しましたと申すより寧ろ出來ませんでした、夫で此反應の期間を長くして判明させる爲めで此事は理科の片山教授の御助言に基きて致しました、又低い熱度の時は純 CO を用ひますれば試料の表面を炭素で覆ひます事甚だしく瓦斯が試料と接觸する事を防げますから其量を出來る丈け少くする爲めであります、高い熱度では實驗も容易でありますが 3-4-500°C の所では炭素の分離作用が起りまして特に 3-400°C のものは正確とは申上兼る次第であります。

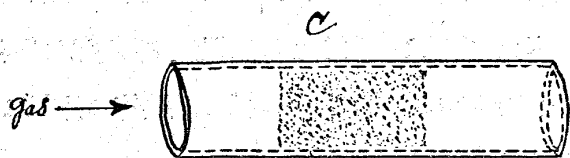
特に御注意して載きたい事は 427°C のものであります Fe₂O₃ が無くなつて CO₂ の發生が最低となつたと思はれる時試料が少ない場合は直ちに CO₂ の發生が増して來ますし試料が多ければ其最低度が暫く續きて後に前と同様上り初めます是れは恐らく 2CO → 2CO₂ + C の反應が起り初めた事と存ぜられますが之れは爰に新しき Calyser が生じたと考へるより外ありませんが之れは直ちに思ひ付きますのは勿論 Fe₃O₄ でありますが而し夫れにしては左様に強き働きをするかと申す事でありまして、左すれば次に考へる事は Fe₂O₃ + 3CO = 2Fe + 3CO₂ の反應が Side Reaction として起る事でありまして、松原氏等の考は Fe₂O₃ が Fe になる迄の反應は Consecutive のものとされる様でありますか、夫れ共



以上の (1) (2) の Side Reaction が起るのか夫れ共一旦 Carve が下りたるよりせば



初めに (1) の反應のみ起りたるものが (3) (4) の反應が Side by Side に起り居るものではないか此點の考究を充分行なつて見度いと思ひます。



一方よりせば Table II 表に示す通り 300°C, 400°C, 500°C 等にも Metallic Iron Fe は檢定されるものなれば之は勿論 Side Reaction のものとすべしとの考も出ますが一方には其考も亦早まり過ぎはかんかの感

がないでもありません、夫と申すは試験の方法が C 圖の様になり居りますから瓦斯の入る方は早く還元して Fe_3O_4 , FeO 夫より Fe と Consecutive に反應が起り居るかも知れません。

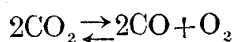
而しすれば System 全體としての反應は一寸 Side Reaction を起して居る様に見えましても其内容に入り検査しますれば矢張 Consecutive Reaction を起して居るかも知れませぬ、之を検査する事は難事ではありませず瓦斯分析をなしつつ、 CO_2 が上り始める前の所で還元實驗を中止し手取り早く内部の瓦斯を抜き去り眞空となし爐を冷し試料を分析して金屬鐵の有無を検査せば分る事と存して居りますが之の低い熱度で此の種の Consecutive Reaction が起る程早く反應が進行したと考ふるよりも Side Reaction を考へる方は眞に近くはないかとも思ひ居ります。

第 2 圖表より第 6 圖表は何れも等熱にて數時間各 10 分間毎に測定したる結果を示したものでありまして第 1 圖表は以上の結果より得ましたものを各熱度に依り圖示したものでありまして前者は何れも横軸に時間を取りましたが第 1 圖表では横軸は熱度を示して居ります。

今度は是にて御免蒙りまして更に整理して次回に精しく御報告致し度いと存じます誠に不整理の且つ前後したる事申上まして恐れ入る次第に存じます。

Table I.

Temp. T	Dissociation Degree 1,000 x	Log K_c	Temp. T	Dissociation Degree 1,000 x	Log K_c
2,000	2.05	- 7.570	1,000	7.13×10^{-5}	- 22.010
1,500	4.80×10^{-2}	- 12.340	900	2.55×10^{-7}	- 25.334
1,400	1.65×10^{-2}	- 13.700	800	2.50×10^{-9}	- 29.308
1,300	4.60×10^{-3}	- 15.300	700	3.80×10^{-10}	- 34.703
1,200	6.68×10^{-4}	- 17.204	600	1.67×10^{-13}	- 41.711
1,100	2.66×10^{-5}	- 19.365			



$$\text{Nie's Bjerrum 1,912 } \log K_c = 2.51 - \frac{29,500}{T} + 1.5 \log T + 3\alpha(2.4) - 4\alpha(8.1) - 4\alpha(5.0)$$

$$\frac{\alpha^3}{(1-\alpha)_2(2+\alpha)} = RTK_c$$

$$\text{a. mc. Cance 1925 } \log K = -\frac{29,500}{T} + 1.75 \log T + 3.89$$

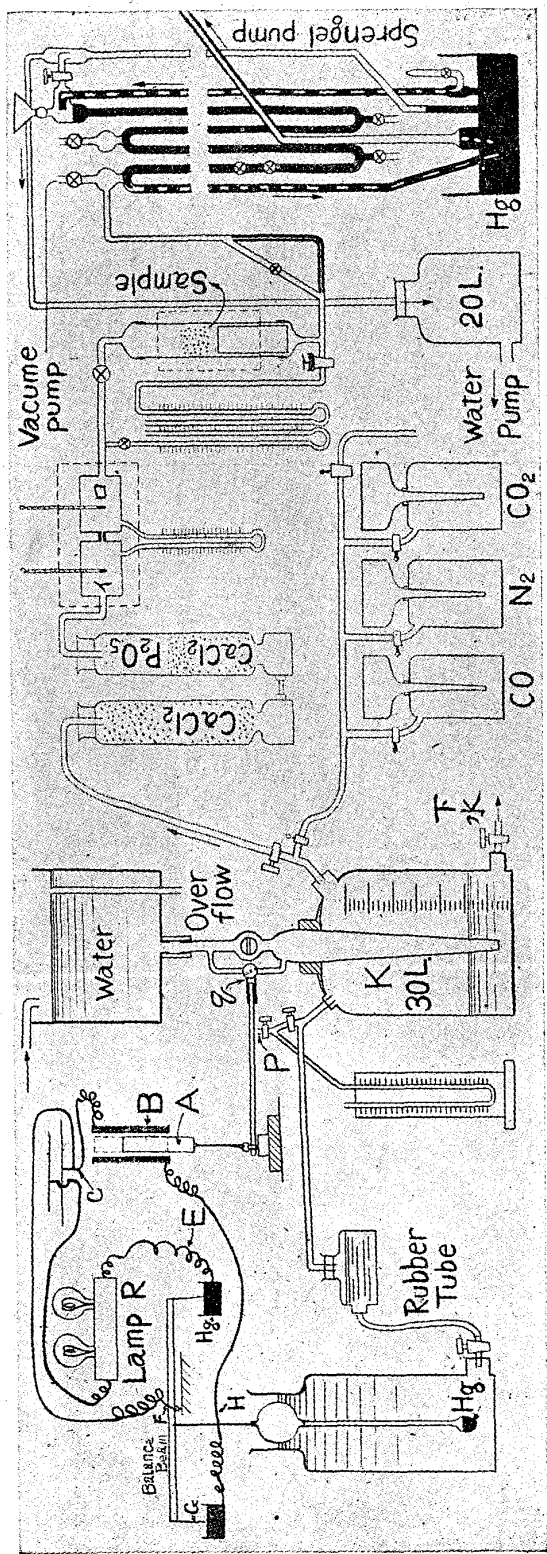
Table II. Reduction of Fe₂O₃ by CO.* in Fe₂O₃.

T. °C	Time min	gases CO:N ₂	Fe Total	Fe Frce	Remaind after-Reduction		C deposited	O ₂ in Original Sample	O ₂ Remaind after Reduc n	O ₂ Extracted by CO	O ₂ in Fe ₃ O ₄ after Reduc n	O ₂ in FeO after Reduc n	deg. of Reduc n Per 100 m. %
					Fe ₃ O ₄	FeO							
327	135	1 : 1	73.79	26.50	20.40	—	5.89	31.70	20.14	11.56	14.02	*(6.12)	27
427	180	1 : 1	72.86	16.34	61.30	15.80	6.74	31.22	20.39	10.83	16.88	3.51	36
527	110	1 : 2	77.09	12.50	24.30	60.50	2.71	33.04	20.19	13.15	6.72	13.47	36
627	180	1 : 2	86.18	45.75	23.20	30.50	0.63	36.92	13.19	23.73	6.40	6.79	36
727	120	1 : 0	95.73	89.04	5.22	3.74	2.00	41.02	2.27	38.75	1.44	0.83	79
827	90	1 : 0	95.98	90.00	7.30	2.13	0.72	41.13	2.30	38.83	0.60	1.70	94
927	135	1 : 0	98.48	96.01	—	2.90	1.09	42.20	0.65	41.55	—	0.65	98

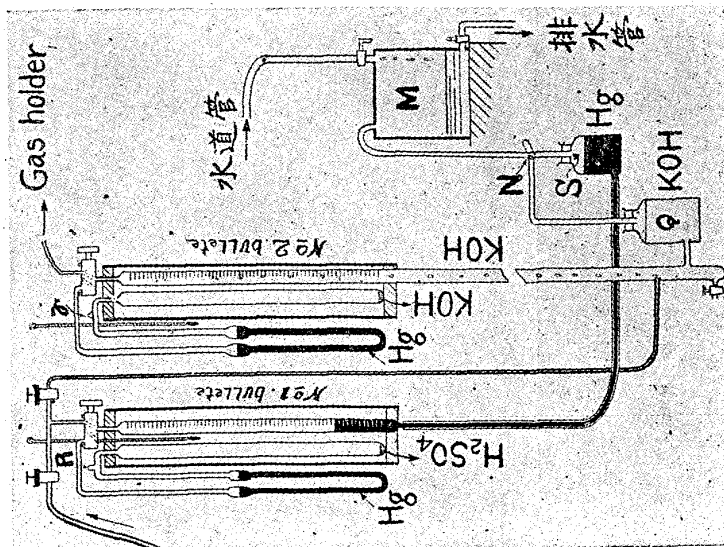
Table III. Reuention of Fe₃O₄ by CO

T. °C	Time min	gases CO:N ₂	Fe total	Fe Frce	Fe ₃ O ₄ Remaind	FeO Remaind	C Deposited	O ₂ in Original Sample	O ₂ Remaind after Reduc n	O ₂ Extractd by CO	O ₂ in Fe ₃ O ₄ after Reduc n	O ₂ in FeO after Reduc n	Deg. of Reduc n Per 100 m. %
427	165	1 : 1	72.42	—	92.54	4.76	0.94	27.60	26.64	0.96	25.58	0.96	2.0
527	120	1 : 2	72.08	—	95.46	3.87	0.07	27.50	26.65	0.85	26.39	0.25	2.5
627	120	1 : 2	73.95	—	64.03	35.53	0.44	28.30	25.61	2.69	17.68	2.69	7.9
727	180	1 : 0	89.00	58.24	4.56	35.34	1.87	33.90	9.13	24.77	1.24	24.77	35.0
827	123	1 : 0	84.53	37.42	16.68	45.09	0.82	32.20	14.65	17.35	4.60	17.35	43.7
927	120	1 : 0	86.29	51.01	25.93	21.75	1.85	32.90	11.86	21.04	7.00	21.04	44.0

第一圖

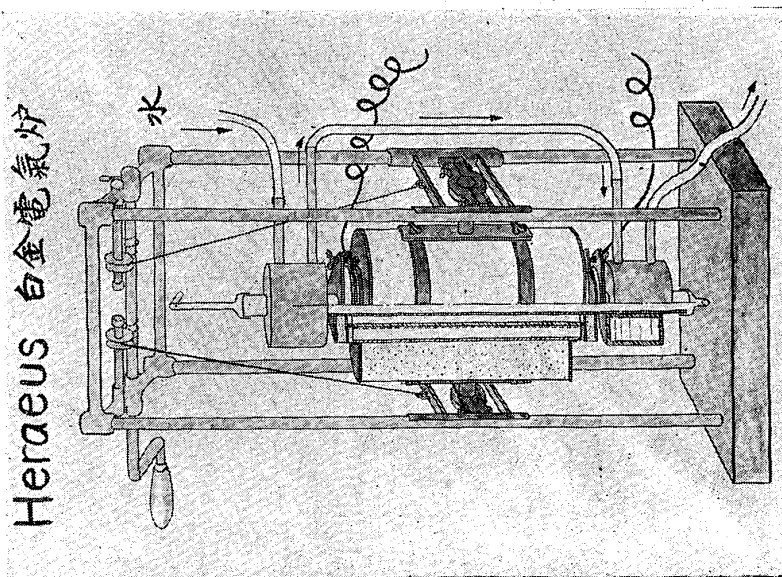


× 第二圖 × 續

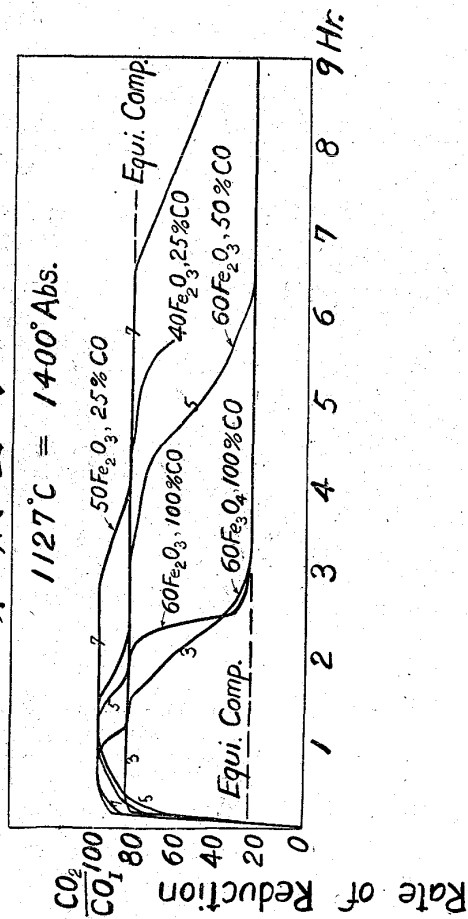


第二圖

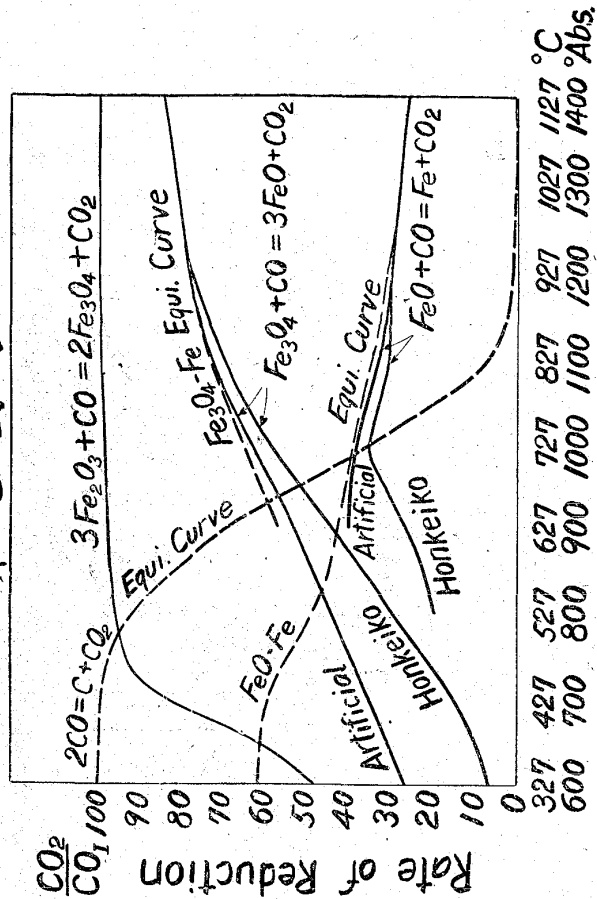
第三圖



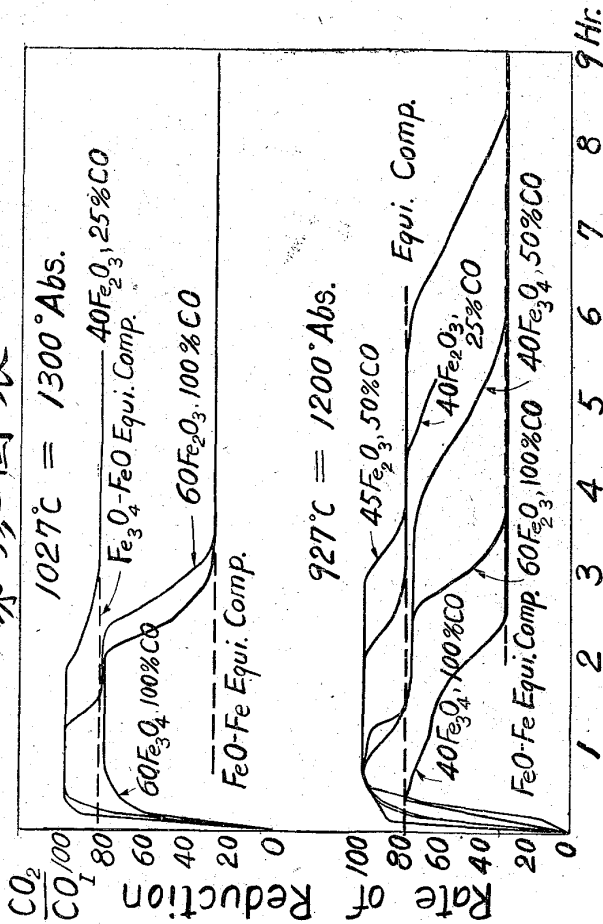
第貳圖表



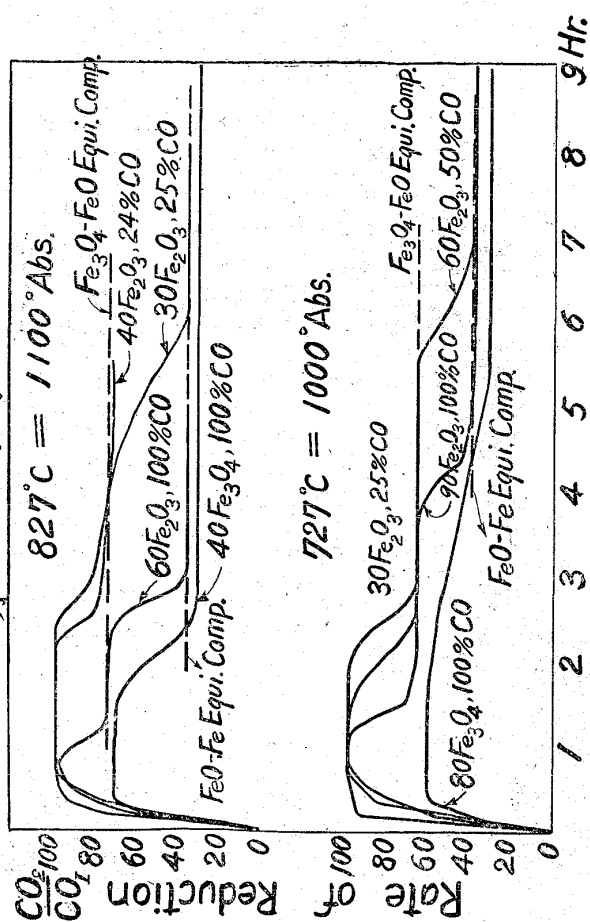
第壹圖表



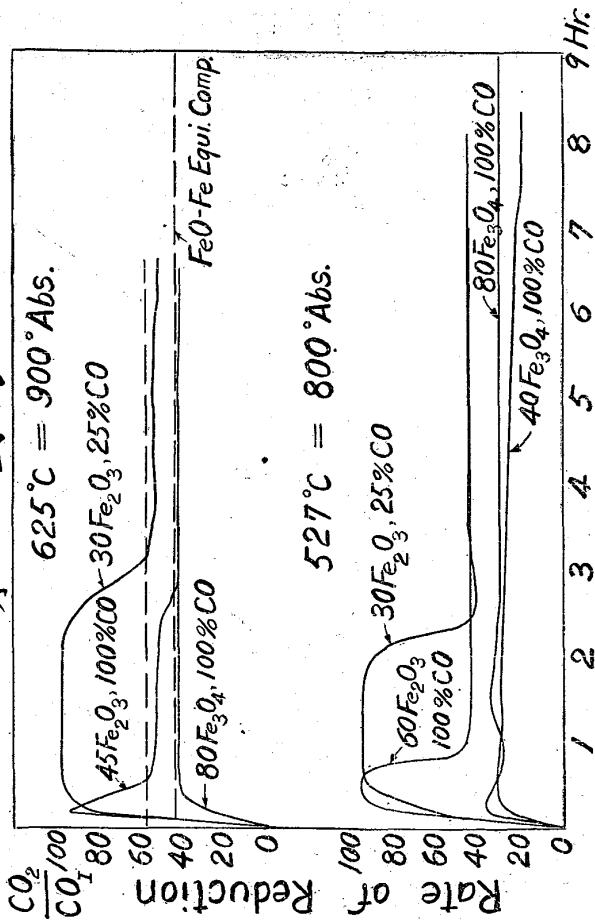
第參圖表



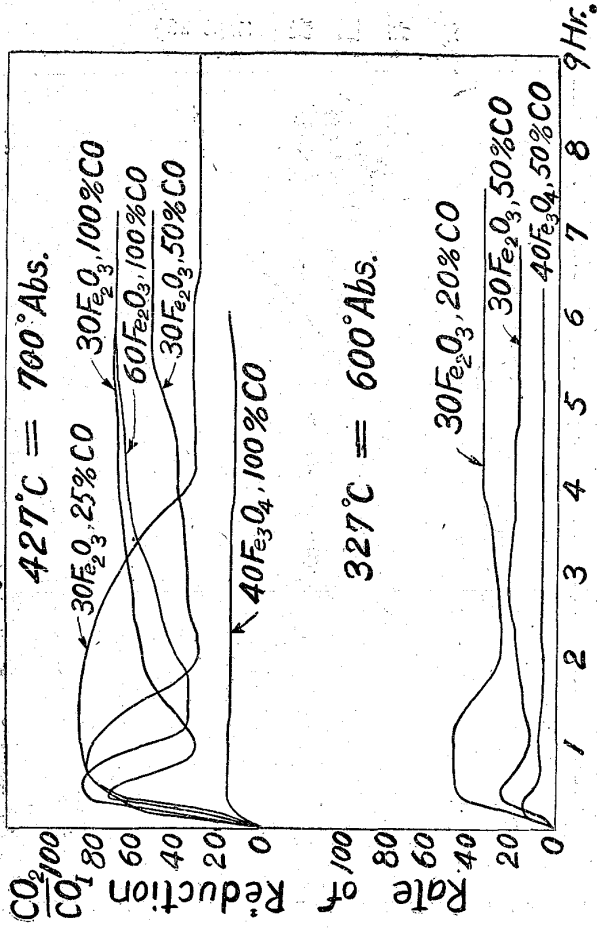
第四圖表



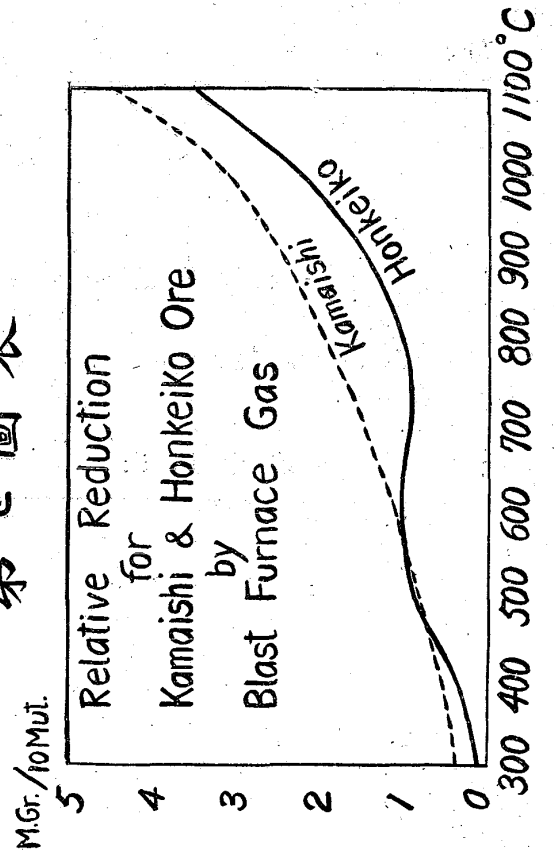
第五圖表



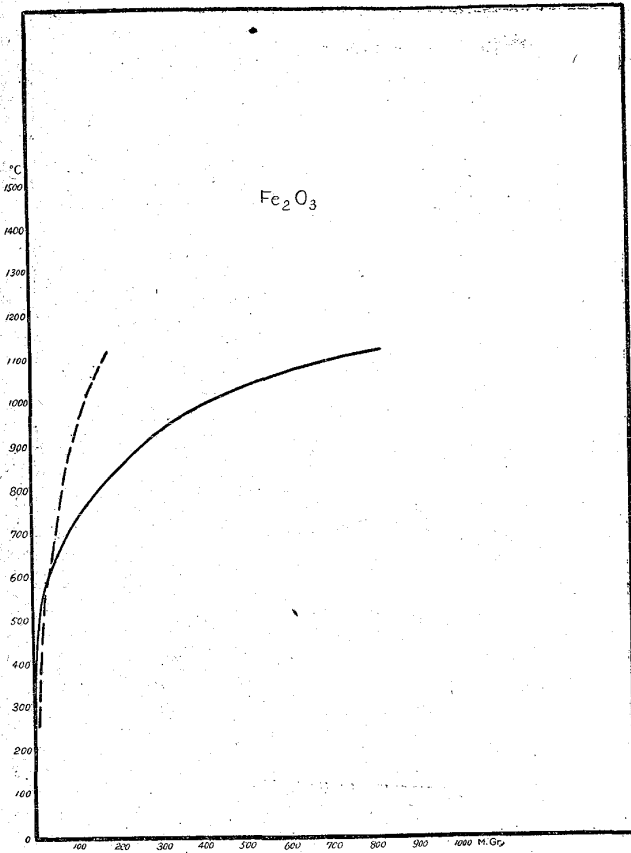
第六圖表



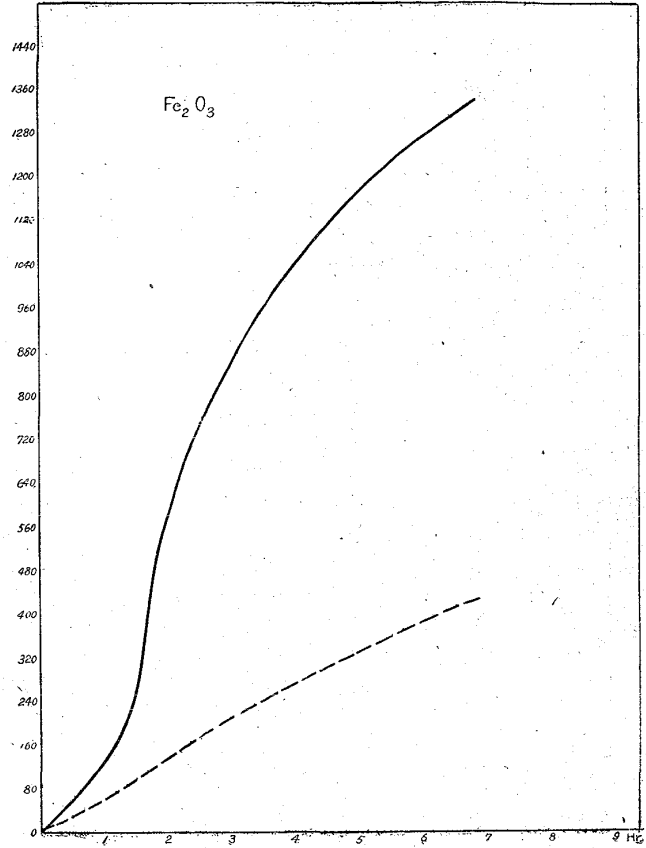
第七圖表



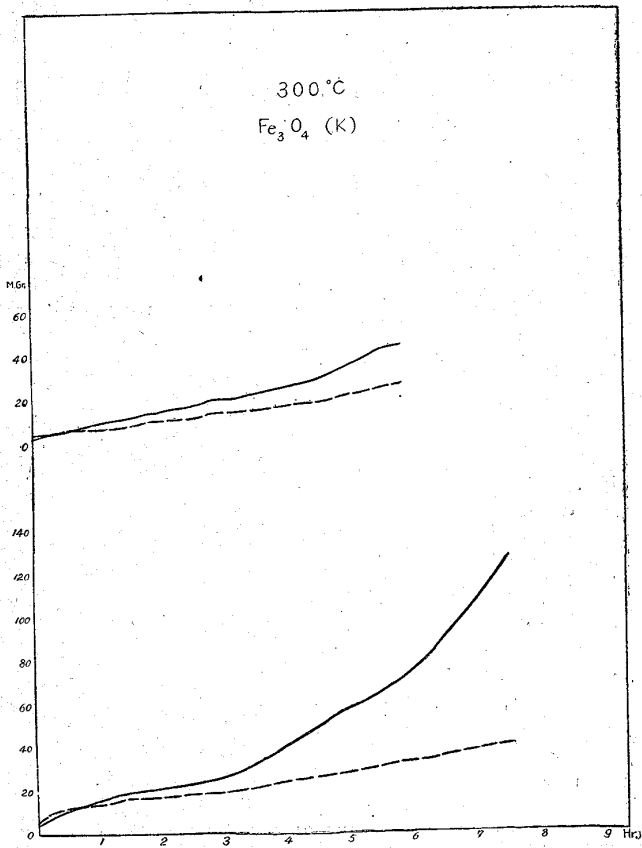
第八圖表 (Sept 26)



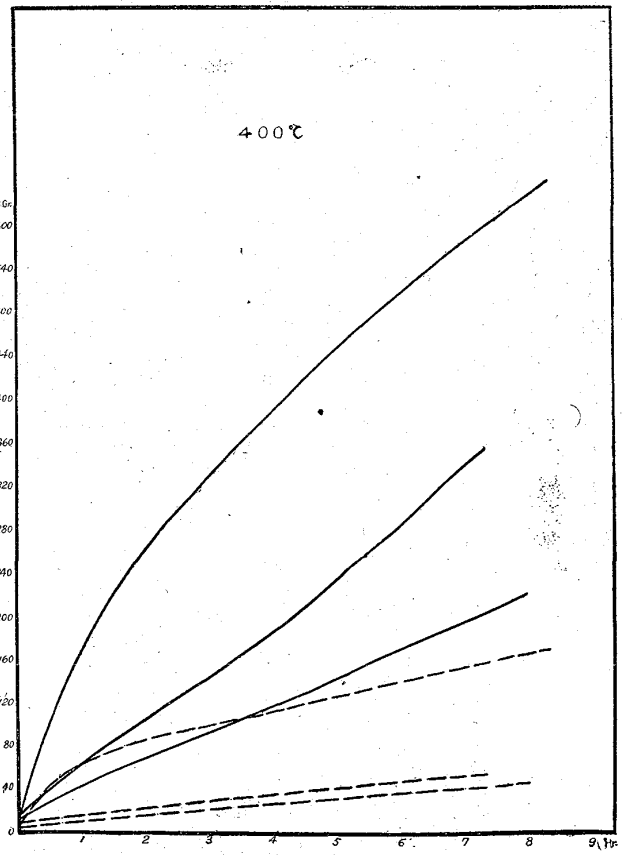
第九圖表 (Sept 26)



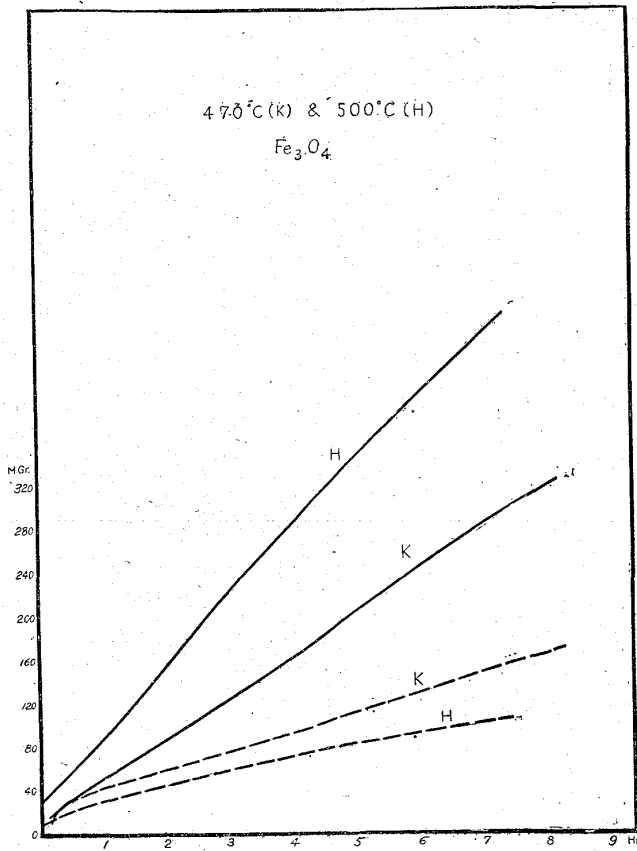
第十圖表



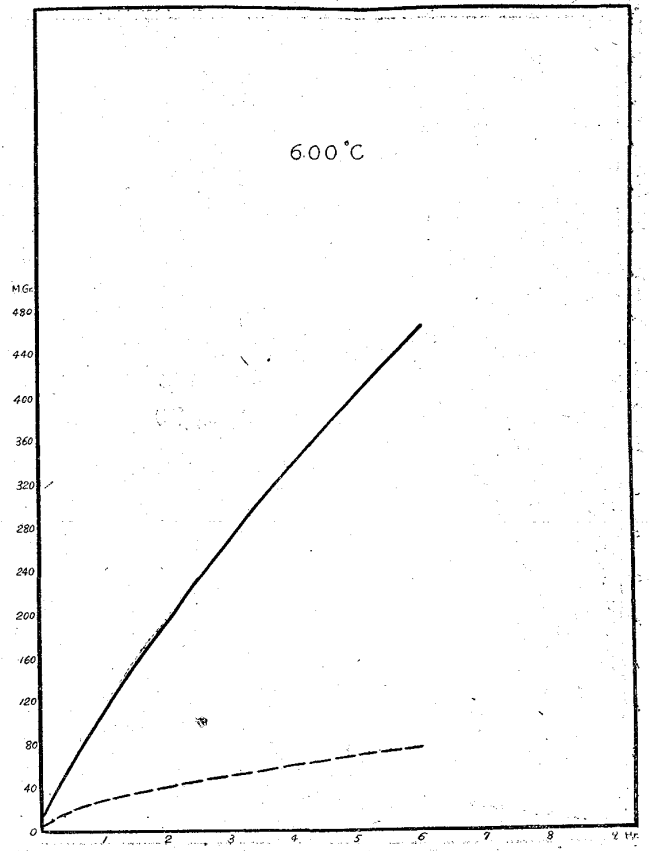
第十一圖表



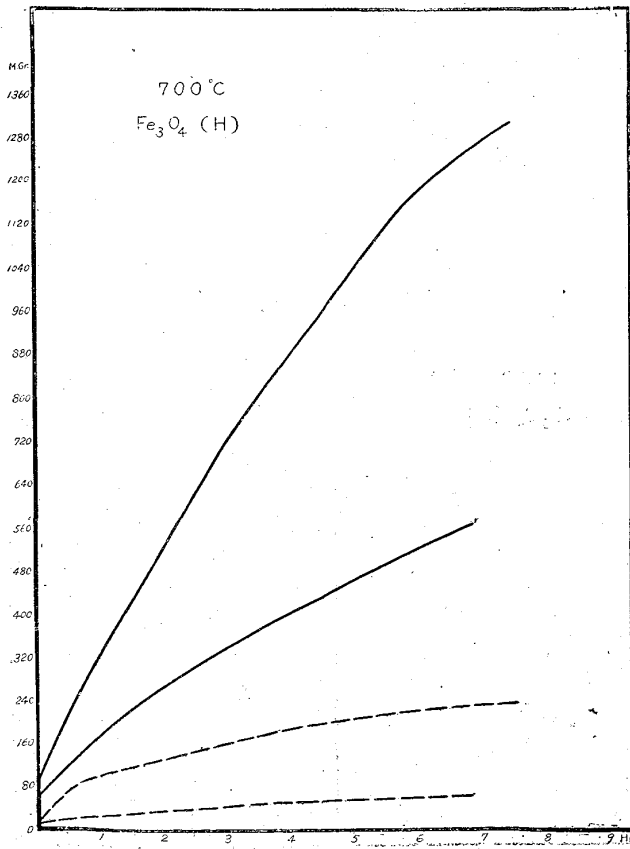
第十二圖表



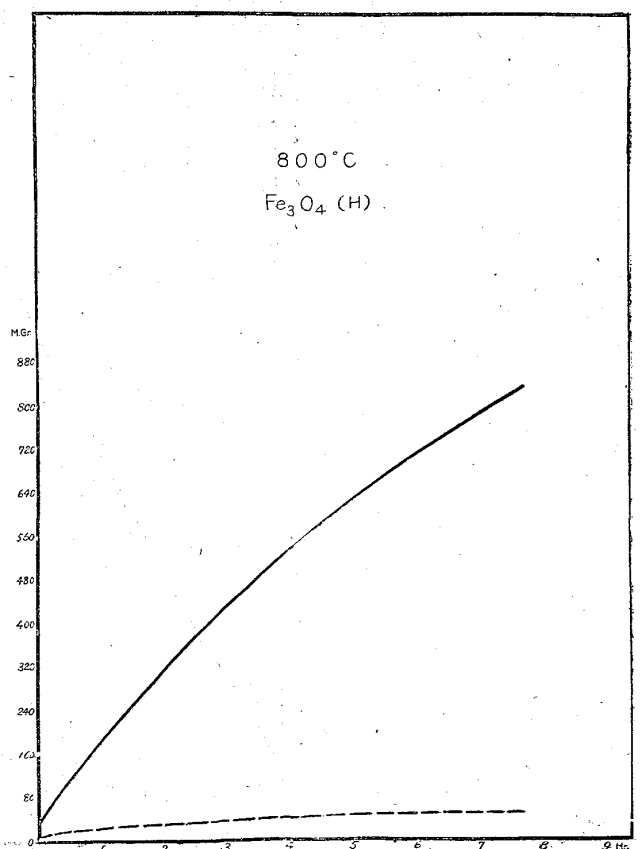
第十三圖表



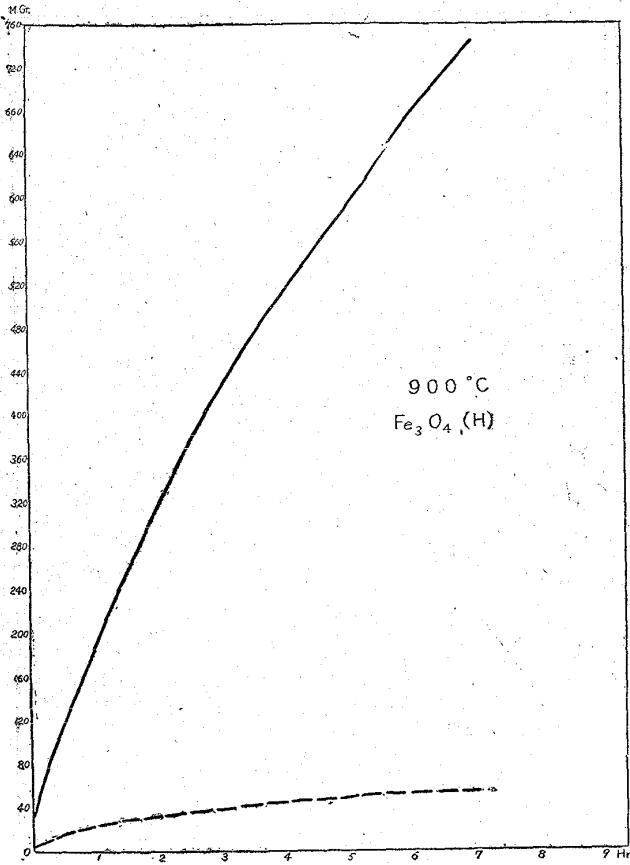
第十四圖表



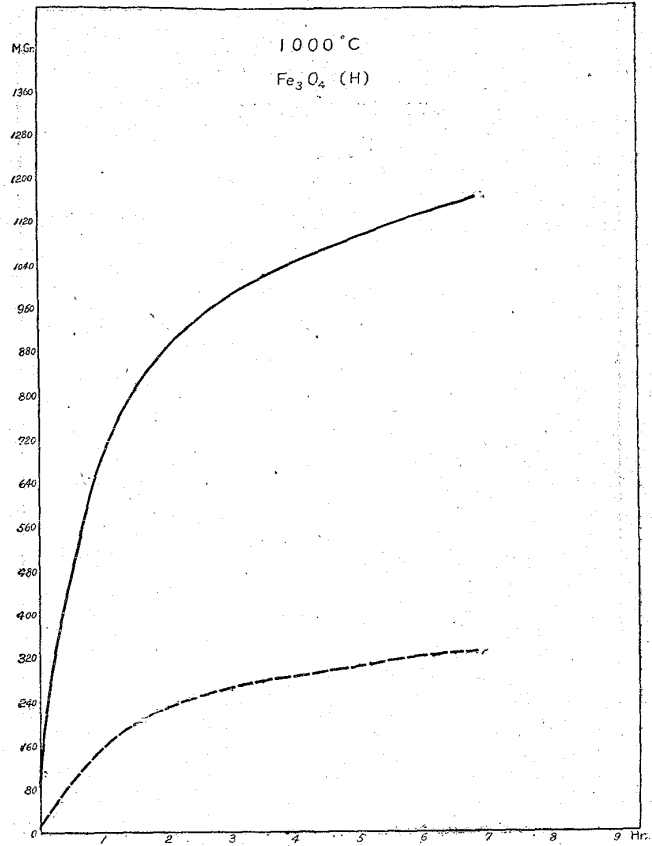
第十五圖表



第十六圖表



第十七圖表



第十八圖表

