

歐米の鐵工業研究機關に就て

(大正十三年十二月十三日、帝國鐵道協會に於て日本鐵鋼協會、機械學會、日本鑛業會並に火兵學會聯合、本多博士歡迎講演會筆記)

本多光太郎

○座長(俄國一君)是より本多博士の「歐米鐵工業研究機關に就て」と題する御講演があります、御靜聽を希望致します。(時に午後4時30分)

今回私が歐米を廻つて参りましたに就きまして日本鑛業會機械學會火兵學會及日本鐵鋼協會の四學會が聯合して私の爲めに懇々盛大なる歡迎會を御開き被下ましたことは私に取つて此上もなき光榮であります謹て御禮申し上げます。就ては何か向ふて見て來たことに就て話して貰ひたいと云ふことでしたが、私も色々見ては参りましたけれども偕て何を話したら宜しいかと云ふことになりますと大變に苦んだやうな次第であります、私は種々の工業を見ては参りましたけれども餘り其方の智識を持つて居りませんから、其話は他日よく研究した後に譲り今日は歐米の研究機關に就きまして御話したいと思ひます、暫く御清聽を煩はします。

私は本年三月一日横濱を出發し米國を経て英吉利に渡り夫よりノールウエーを経て瑞典に渡り次で、デンマーク、獨逸、和蘭、白耳義、佛蘭西を見て英國に戻り再び米國を経て十月廿六日横濱へ着きました之に要した日数は約八ヶ月であります。別に表向の用事は持たず唯歐米の鐵工業及び研究機關を視察するのが目的で至つて氣樂な旅行であるべきでしたが實際行つて見るとさうは簡単にゆかず、時々随分と世話しいことがありました。プログラムを作り工場に案内せられる、講演を頼まれる、學會に出席して論文を読む、デンナーに招待される等中々忙しいこともありました。同行者は住友製鋼所の高木技師と日本特殊鋼合資會社の松下博士と都合三人でした。獨逸の見學を終つてから私丈は再び米國を経て歸り他の二人は本月末日か來月に印度洋經由で歸國せらるゝ由です。然し此度の旅行で私は澤山の無形の利益を得ましたが、殊に冶金學の方面で所謂歐米第一流の著名な學者の多くに面接して意見を交換する機會を得たことであります。私はその機會を利用して冶金學上の重要問題即ち鐵の A_2 變態、マルテンサイトの本性、燒入論、硬度論、鐵炭素系の二重平衡圖等に就てそれらの大家と意見の交換をして置くことは斯學の進歩に著しい効果があると思ひまして出來得る限り機會を捕へることに注意しました。従つて米國では、Sauver, Burgess, Campbell, Mathews, Jeffries, Arcier, Hoyt, Waterhouse 等。英國では Hadfield, Rosenhain, Hotfield Turner, Carpenter, Desch, Edward 等。瑞典では Benedicks, Westgren, Thallén, Enland 等。佛國では Le Chatelier, Portvin, Chevenard, Guilanme, Dejean 等。又獨逸では Tammann, Hanemann, Guertler, Bauer, Oberhoffer, Wüst, Koerber, Görens, Maurer, Strauss, Fränkel 等の諸博士と十分に意見交換を爲し得るの機會を得ました。即ち歐米の著名の冶金學者と親しく議論するの機會を得たのを非常に喜んで居ります。

又私の大に嬉しく感じたことは、吾々の金屬材料研究所の出版物が歐米の諸冶金學者間に、非常に重要視されてゐることでした。何處へ行つても出版物の御禮を申され、其の内容の有益などを申され賞讃の言葉を述べられました。又我研究所の出版物は他所の論文と別にして一まとめとし左右の近き所に置いて絶えず参考にしてゐると云つて私に示されたことも數度ありました。従つて我研究所の組織に就いて處々で問はれましたから英文一覽の必要を感じ急速に印刷させて諸所に配布しましたが多くは我研究所の規模の豫想外に大きいのに驚く位でした。

大體吾々の研究所は冶金學の方面より見れば、米國の標準局の冶金部、英國の國立物理研究所の冶金部と比較して設備に於て遜色はありません。唯研究費は何れも我々の三倍以上も費つて居ります。然し私の親しく見た處及び從來の研究成績を見ても殊に進歩して居る所は多く見出すことは出来ませんでした。以下項を追つて各國の研究機關及び工業との連絡に就て申し上げます。勿論私の見ました冶金學の方面に就てのみ申します。

(一) 米 國

米國では官公立の研究機關の外に會社に屬する多くの私設研究機關があります。官廳のでは、ワシントンの標準局冶金部其他大學に附屬するものがあります。私設のでは大きな工業會社に屬するものがありますが一般に申せば、大學に屬する研究機關は設備も劣り人物も少なく、之に反して私設の研究所には設備も中々立派で人物も著名なものが居ります。従つて有望な研究者は大學より私設會社の研究所に移る傾向があります。つまり米國では標準局を除いては官公立の研究機關は其設備に於ても亦成績に於ても、私設研究機關に一步譲るの觀があります。之は米國の他の國と著しく異なる點であります。官公立で設備の完備せるは標準局の冶金部で元と今の所長 Burgess 氏が部長であつて成立も可成古いから相當に設備も整つてゐる。普通の顯微鏡装置及び熱分析等には、種々の考案のものがあり、又電氣爐等も種々の様式のものもありますが、他の物理的測定装置、例へば膨脹測定器、電氣抵抗分析法、磁氣分析法等の如きは餘り多く用ゐられてゐない様であります。X線分析装置もありますが今は餘り研究を進めてゐない様でした。冶金部所員は全體で60幾人で經常費は約45萬圓、所員の數は吾研究所より少し少ないが經費は約三倍であります。

次に Minnesota の Minneapolis の大學には實驗場が附屬して重に貧鐵の精鍊を研究してゐる。此處には磁氣分離法に就て、E. F. Davis と云ふ人が色々研究して居ります。設備も半工業的で、有益な考案もあり、其研究報告も一部は『鐵の磁氣的精鍊』と云ふ表題で1921年の12月に出版されてゐます。冶金教室は Harder 教授が主任で相當の設備を以て居ります。其他私の見た大學冶金教室では Pittsburgh の Carnegie 工學部、Cleveland の Case School, New York の Columbia 大學、Boston の工科大學、Harvard 大學の Sauveur 教室等であるが、大同小異で特に注目すべき設備はない。殊に物理的研究方法に於て缺けてゐる所が多くあります。

米國では會社に屬する研究所に可成よく設備されたのが少なくない。Cleveland の Aluminium

Company of America には Jeffries, Arcier 等の諸博士が居つて研究室もよく整頓されて居ります。Pittsburgh の Westinghouse の研究所には Merten 博士が居り相當の設備をして居、其他 Philadelphia, New York 等にある大會社は相當の研究所を持つて居ります。就中 New York にある Western Electric 會社の研究所は頗る大仕掛のもので冶金部も可成整頓してゐました。此處に居る Lucas 博士は非常に倍率の大きい顯微鏡寫眞を研究され3000乃至6000倍位まで明らかに鐵の組織を撮影せられた。之が爲同博士は本年9月下旬 Boston の米國鋼處理協會の總會で Howe 金牌を贈られた。又 Union Carbide and Carbon 研究所を見ました。此處には、所長 Becker 博士 Mc Quigg 博士がゐて設備も可成完備されてゐる。此所では重に高クロムの無錆鐵を研究して居りました。クロム 27.5% 位の所に比較的鍛鍊し易く、針金にも、薄い板にもなし得るクロム鋼があるのを發見し盛に研究して居りました。又 Schenectady の G. E 會社の研究室も可成大きいもので Langmuir, Coolidge 等の著名の學者も居り、又冶金部には、Hoyt, Daviy 等の學者も居りましたが、冶金方面では特に注目すべき設備はありませんでした。然しタングステン線を用ゐて水素瓦斯を通す電氣抵抗爐が數多ありました。之は白金線で實驗の出來ない高温度用爐としては有効であります。

米國の鐵工業も數多見ました。例へば製鐵、製鋼、ロール工場、自動車工場、鋸工場、~~Die Casting~~ 工場、Ball Bearing 等がありますが注意すべきことは、製品各部の検査を非常に嚴重にやつてゐることです。器械の部分にしても、各々に就て検査をしたり、又一部組立てゝは適否の工合を試験したりして居ります。米國では自動車が非常に多く、全米では其數、數千萬臺に上つてゐます。従つて之に關係する工業は非常に多い事が想像されます。自動車は軽くて丈夫なのを要する爲鐵材には多く特殊鋼を使用して居ります。従つて特殊鋼に關する研究も中々盛んで、ニッケル、クロム鋼、バナヂウム鋼、モリブデン鋼なども可成使用されてゐます。又自動車部分品の熱處理などは何處でも、パイロメートルを使用し非常に注意してやつて居ります。又熱處理の適否も一々ブリネル硬度計にて検査して居ります。つまり何處の工場に行つて見ても検査をするのは義務と思つてやつて居る様で、他から強いられてやつてゐる様に見えません。之は工業競争の烈しい結果であると思はれます。が、日本もかう云ふ風にあつて欲しいと考へます。

(二) 英 國

英國では米國と異つて研究機關の重なるものは、大學及び Teddington の國立物理研究所であります。私設會社も研究室を持つてゐるが、よく整頓して居るものは少ない。物理學研究所の冶金部長は Rosehain 博士で中々よく設備されてあります。Inverse rate 曲線を取る装置、炭素輪抵抗爐等は注目すべきものでありました。磨きは塵を立てるから、別の一室に設けてあります。又別の小さい建物には小型壓延ロールを備へ付け、半工業的の試験をする事の出來る設備があり、ロールに使用する電流は、別に備へたる強電蓄電池より得られ、電流の變化が、他に障妨を及ぼすことを避けてあります。又化學分析室は相當に廣く且つよく設備してありました。唯物理的測定、例へば膨脹装置、磁氣分析、

電氣抵抗分析、X線装置などが全然缺けてゐるには些か意外に思ひました。然しX線は、他部に備付けてあり、何時でも撮影して貰へるさうですが、眞の研究には矢張り冶金部自身にも此装置を有する必要があると思ひます。此研究所では耐火物の研究も同時にやつて居りますが、之は冶金學の如き高温度を取扱ふ處では必要な研究と思ひます、最近、無錳鋼、無錳鐵に用ゐる炭素のないフェロクロムが必要になつたので、此所ではクロム酸より電氣分解で金屬クロムを取ることを研究し、成功したさうで標本を見せて呉れました。此研究所冶金部の經常費は、定額15萬圓、外に種々の委員會より來るのが25萬圓で、全體で40萬圓であるとの事です。

ロンドン帝國大學の冶金教室には、有名な Carpenter 教授が居られる。冶金研究設備としては普通のもののみであるが、研究には注意すべきものが少なくない。Carpenter 教授と Elam 女史の Al の單一結晶の研究は有名なものであります、又、腐蝕に關する問題も餘程根本的にやつて居ります、Birmingham の Turner 博士の研究室は普通の設備で餘り注目すべきものはありません。Swansee の Edward 教授の所では近頃鐵の單一結晶を得ることに略成功せられました。鐵の單一結晶が得られば之れの磁氣に關し解決すべき重要な問題は澤山あつて、其結果は磁氣論に多大の光明を與へることは想像されます。我研究所でも已に此方面の研究に着手して居ります。

Sheffield でも大きな工場は研究所を持つて居るのが多いが、其尤も完備して居るのは Brown-Firth の研究所で所長は有名な Hatfield 氏です。物理的研究法は未だ行はれて居ない様ですが、熱分析及び顯微鏡的装置はよく設備されて、種々の研究が行はれて居りました。中には Sound ingot を得る研究、無錳鋼の研究及び其用途、輕金屬の腐蝕研究等があります。又10疋位の鋼を容易に熔かし得る炭素電弧の小型電氣爐は小仕掛の試験には甚だ好都合のものと考えました。又マンガン鋼で有名な、Hadfield 男の工場は非常に大きいものであるが研究所は思つた程設備して居りませんが展覽室へ行くと研究の結果が多く曲線に表はして掲げてある所などは一寸外に見られない所です。

Sheffield では種々の工場を見ました。製鋼、製材等の外、特殊鋼製造、帶狀鋸製造、鋤製造、圓鋸製造、汽車用各種スプリング製造、銀器製造等を見る事を得ました。其他双物工場をも見ました。Sheffield 大學には Desch 博士が居ります。設備も相當にあり、又二噸位の鑄物までは造ることが出来る設備があります、又 Ajax Northrup 式 Induction furnace も備へてありました。Sheffield は工業地にある大學だけに實際と連絡せる問題も研究して居られます。

(三) 瑞 典

Stockholm には我研究所と同様の組織の物理冶金研究所があります、所長は有名な Benedicks 博士です、規模は我研究所の約二分の一位のものであります。Benedicks 博士は非常に器用な人で、自分で硝子細工も巧にする、旋盤も上手に使はれる、従つて金工、木工用の器具に、他に見られない面白い型のものが數多あります、同所には、X線で有名な Westgren 氏が居ります、同氏はまだ若い青年で、鐵の變態、 α 、 β 、 γ 、 δ をX線によつて研究し、 β なる相は存在しな

いことを示して私の以前より主張せる説の正しきことを決定的に證明した學者です。同氏は又 δ 鐵は α 鐵と同一であることを示し、私の一年前に主張せることを實證しました。即ち、氏は α 及び δ 鐵の空間格子は體心立方體で γ 鐵のそれは面心立方體である事を發見されたのです、氏は又麻亞田組織の鐵原子は α 鐵の格子を有し炭素原子が格子内に入込んで居るものであることを示して、私の麻亞田組織の生成の理論に大なる力を與へました。従つて Westgren 氏は私にとつては大の恩人であります。もう一つ面白い話は、村上博士が F_2 と S_2 との合金を磁氣分析を以て研究されて F_2 、 S_2 なる新化合物を發見されました。此の化合物は千度少し以上の溫度で固相にて形成される者であります。従つて其溫度で長時間鈍まされなければ十分に形成されない化合物です、Westgren 氏の同僚 Phragmén は X線分析を用ひて此化合物を研究したが遂に之を發見することが出来なかつたので其存在を否認して村上博士の平衡圖まで變更して發表されて居ました。私は同氏が X線分析で化合物を發見されなかつたのは多分合金を高溫度で充分長く熱せられない爲化合物が十分發達しなかつたによるものと推量しましたから此度瑞典に參りました時 Benedicks 博士に遇つて自分の意向を述べ又、Phragmén 氏の顯微鏡寫眞を見て果して加熱の不足なるを知り之を博士に指示しました。博士も村上博士の磁氣分析法の結果を精細に取調べられ其の理由あることを認められて、Westgren 及び Phragmén 兩氏に實驗をやり直す事を命ぜられました。其の後私は歸途伯林にて Westgren 氏より手紙を受取りましたが、其の文面に再びよく加熱した合金に就き實驗せる結果、化合物を發見し村上教授の説が正しいと書いてありました。私は磁氣分析法が X線分析法に勝つた事を知り大いに愉快を感じました。

Stockholm には此外工科大学に冶金科がありますが研究機關としては微々たるものです。

瑞典は最も優良なる鋼の産地でありますから、私は國內に散在せる諸所の製鋼所を見ました。其の重なるものは、Dannemora, Fargesta, Sandvicken, Forsbacka, Eskilstuna, Riddarhyttan, Bofors, Degerfors Trollhyttan, S. K. F. Ball Bearing Co. 等で、約一ヶ月を瑞典にて費しました。其中 Dannemora では鐵鋼を磁氣撰鑄法によつて濃厚にして製鋼をして居りました。Fargesta は元とブリネル博士が技師長として居た會社で氏の始めて作つた硬度計が展覽室に並べてありました。序でに申しますがブリネル博士は本年75歳になられましたさうです。私がストックホルムに參りました時丁度 Jernkontoret の總會があり私も『鋼の焼入論』と云ふ題で講演するの光榮を得ましたが此の會でブリネル博士に金牌を贈られました。其の晩に同會のデイナーがあり私も招待をうけて參りましたが、献立の表紙にはブリネル氏の像を印刷し殊に同氏の爲めに乾盃があつた位です。其の節 Benedicks 博士は立つて我研究所の歴史及び私の事を委しく會員一同に紹介せられ會員一同は私の爲めに乾盃せられて私も大いに面目をほどこしました。又ブリネル氏は私に遇つたのを大いに喜ばれ私も亦同氏に面談するの機を得たことを甚だ光榮と思ひました。

Fargesta の技師長 Carlsson 氏は工場を案内せる後、自宅に吾々を招かれ食後、瑞典の鋼に就て氣焔を吐かれました。即ち瑞典の鋼の優良なる原因は何んな學者が研究しても解るものでない。瑞典の

鋼には Body があるからで、其本體は誰にも解からんものだと云はれました。畢竟、瑞典は鐵礦が純粹であり、之を處理する木炭が石炭の如く不純物を含まないから自ら優良なる鋼が得らるゝのである。瑞典の Hultgren 博士の如きは瑞典人は自然優良なる鋼が得らるゝから研究をしない、困つたことであると申しました。之が真相でせう。

Sandvicken は工場も可成大きく此處では、製鐵、製板、鋼管、鋸、各種スプリング等を製造して居り、又 Steel belt なども製作して居りました。殊に鋸用硬鋼薄板、スプリング用薄帯など美事な製品でありました。此工場には立派な研究室が附屬して居り Thallen 博士が主任として研究せられ種々有益なる結果も拜見しました。殊に氏は各種炭素鋼に就て常溫より千度位に至る各溫度の電氣抵抗を測定し、 A_1 , A_2 , A_3 點が炭素量によつて移動する關係を研究し我研究所にて數年前磁氣的に研究せる結果と、同一の結論に達せられた。

Bofors は瑞典でも有名な製鋼所で大砲の砲身を鑄物で作つて居ります、其他プロペラ、水雷氣室などもやつて居りますが想像した程大きな工場ではありませんが研究室も可成整頓して居ります。日本海軍から水雷氣室の注文があつたがゴストラインでひどくいぢめられて閉口して居ると申しました。其他 Degerfors 製鋼所は餘り大きくはないが研究室の主任は Enland 博士と云ふ人であつて種々の研究をして居りました。

鋼中の炭素を極めて早く測定し得る所謂 Carbon-meter は此人の發明したものです。Trollhyttan は巨大の水力があり、其周圍には、此の電力を應用した種々の工業が發達しつゝあります、種々の Ferro-alloys 殊に炭素を含まない Ferro-chrome も此所で製造されて各地に輸出されて居ります。

終りに S. K. F. Ball Bearing 會社を見ましたが非常に大きい會社で歐米の諸大國には殆んど此の支部があつて製造販賣をして居ります、私は幸ひ此會社の研究所長 Hultgren 氏と年來の知己であり且つ會社の方へも有力な紹介を持つて居りましたから工場の各部は勿論研究所も一日かゝつて丁寧に見ることが出来ました。猶、焼入工場の如きもよく見て大いに參考になりました。研究所は中々設備もよく、地金の研究及び特種の考案による球の強さ、弾性の研究等をして居りました。殊に近頃焼入鋼の硬度を精密に測定し得る硬球を研究し其結果を本年の春 Jernkontoret の總會に報告し又、英國の鐵鋼協會の秋會にも報告して居ります、之は硬炭素鋼の球を焼入し更に低溫加工に依つて硬度を増したもので表面は艶消の形に成つて居ります、此球は硬度に於て普通球よりも優れて居るのみならずブリネル硬度計で焼入鋼の面に押付けた場合に痕跡が明らかに残つて測定が精確に行はれると云ふことです。

(四) 佛 國

冶金方面の官公立研究機關としては Sorbonne の化學教室と工業試験所位のもので、前者には有名な Le Chatelier 博士、後者には Guillet 博士が居られます、然し Le Chatelier 教授の處では現今冶金方面の研究者は少なく、多くは化學的研究をして居り、又冶金的設備も普通であります、

Guillet 博士の研究所も佛國唯一の冶金研究機關として甚だ貧弱で、小規模のもので、但し同博士は二三の自動車會社に關係して居られ其等會社附屬の研究室で實驗されたものを發表される場合が多い。佛國は凡て中央集權であるから地方大學の研究室も餘り設備せるものがなく、又學者も居ない様です。

又 Sévres の萬國度量局には Guillaume 博士が所長として度量衡用合金の研究にも従事されて居り熱膨脹のない Invar, 弾性の溫度によつて變化しない Elinvar は同氏の發見にかゝるものです、研究は多く物理的性質の精密なる測定で冶金的方面のは少ないのです。佛國の鐵工業會社の大なるものは Schneider の會社で、數ヶ所に工場を持つて居りますが、北海岸の Le Havre の工場及び Creusot の工場の如きは其の大なるものであります、Havre には Diesselengine 工場、造船所などもあります、この工場に屬する研究所は餘程よく設備してあり、種々の試験器が据付けられ、鐵板透視用の X 線装置もあるが今は使用してゐない様です。

Creusot の工場は佛國の兵器製造場で獨逸の Krupp に相當する工場でも可成大仕掛で製鋼工場、製板、製棒工場等は米國式の自働的のものがあり研究室は餘り整頓されて居ないで Havre の夫よりも小であるのには一寸意外に感じました。

Impy と云ふ小さい町に特殊鋼製造で有名な古い製鋼所があります。萬國度量局の Guillaume 博士の研究された Invar 及び Elinvar の如き = ツケル鋼は此工場で製造されたものです、以前 Guillaume 氏も此工場に關係して居られましたが、今は Chevenard 博士が研究場長で監督して居られます、例の自記示差膨脹計、自記磁氣分析器、粘性計 Fatigue 試験器等新らしい考案のものが澤山ありました。

(五) 獨 逸

獨逸官公立の研究所としては、各工科大学に屬するもの、及び Kaiser-Willhelm 研究所等があります、其中 Aachen の工科大学の冶金研究室は獨逸官公立研究機關中で最もよく設備されて居ます、尤も Breslau の研究室も之に次で中々良いと聞いて居りましたが、不幸にして時間がなく之を見ることが出来ませんでした。アーヘンの此冶金教室は學生を收容しますから其方の設備も可成大きくありますが研究の設備もよく整頓して居ります、比熱、熱膨脹等の種々物理的研究法も併用して居ます、研究用電氣爐も Krupp 式 Tammann 式等種々のものを備へて居ります、主任は Oberhoffer 博士で目下重に鐵鋼中に含まるゝ瓦斯に就いて研究されて居られます。

伯林の工科大学には Hanemann 教授及び Guertler 教授が居て、各冶金研究室を持つて居られるが Aachen の設備に比すれば著しく小さい、尙 Göttingen の物理化學教室には有名な Tammann 教授が居つて儘まず冶金方面の研究に従事されて居られる、現今研究室經費約八千圓位であるから、とても金の要る研究は出来ないといつて金の要らない研究のみをやつて居られます、然し冶金學者としては獨逸に於ける第一流の人物と思ひます。

Düsseldorf には Kaiser-Willhelm-Institut の鐵研究支部があります、之は戰爭中に計畫されたもの

で其當時 Wüst 教授を所長として一大發展をする積りであつたが戦後規模著しく縮小せられ、今は Wüst 氏も引退し Koerber 博士が所長となつて居ります、室は可成多くあるが設備は著しいものはない、學士の研究者も四五人しか居なく、そして注意すべき研究も多く進行して居ない様です。

伯林には元、Kaiser-Willhelm-Institute の非鐵研究部があつて Düsseldorf のと相對して居たさうですが、今は經費上材料試験場に合併して了ひました。此處には Bauer 氏が部長で研究されて居りますが、普通の設備を持つて居るのみです、然し此處には Polanyi が居てX線の研究に従事し、アルミニウムの一結晶に歪力を加へた種々の場合を研究して低温加工による硬度の増加に関する有益な研究をして居ります。

私設會社で有名なものは Krupp で以前兵器製造を主として居ましたが今では平和工業を主として居ります、殊に機關車工場は非常に大なる者で月に28臺を製造し得る能力を持つて居りますが今は殆んど仕事はないと云ふことです、研究所長は Goerens 博士で其下に Strauss 及び Maurer 等の諸博士が居り、非常によく整頓し、熱膨脹、磁氣分析法も併用し爐室には Krupp 式大小容量の電氣爐數個が備へてあります、研究報告も中々有益なるものが多く、著名の高クロム、ニッケル鋼、V₁A 及 V₂M 等は此の研究所の産物であります。Krupp の新式製鋼所は Rheinhausen にあります、此處は、Essen より自動車で約一時間の距離にあり、米國最新式に倣ひ運輸は Rhein 河を利用し鑛石で持込み、レール、鐵板、鐵材となつて輸送され、其間に熱の損失、手數の省略を最小にする様製銑、製鋼、鍛錬成形作業等が順序よく行はれる様に仕組んであります。

又、Düsseldorf では Rheinmetal の鋼管工場をよく見ることが出来ました。私は日本の刃物に興味を持つて居りますから、英國で Scheffield の有名な刃物工場を見ましたが獨逸でも是非 Solingen の刃物工場を見たいと思つて居りましたが、丁度好都合があつて Solingen 第一流の刃物會社 Hänkels の工場をよく見る事を得まして非常に利益を得ました。此會社では鋼材は殊に注意して自ら製作して居ります。先づ瑞典の Lancashire 鐵を買入れ木炭にて炭素を滲炭し、炭素 1.5%以下のものを作り之を炭素量に従つて三種に區分し、次で之を Clay の坩堝にて熔かし四五十貫の ingot とし之を原料として居ります、此物は酸化物及び酸素等を含むこと極く少量であります。此鋼材から重に Stamping によりて形を作り、Grinding, Polishing 等で仕上げ一々検査の上商品となります、此會社は又小さい研究室をも持つて居ります。

伯林では有名な Siemens の工場及び研究所を見ましたが種々の方面を研究して居ります、冶金方面の研究室も相當よき設備を有し主任として Gerdin 博士が居ります、此研究所で鐵なしで 300kg/mm の抗抵力を有する合金を作つたといつて私に示されました。色から判定しますと、クロム合金の様でした。又高壓の許に於ける Al の柔粘性をも研究して居りました。又 Siemens の溫度計の試験室はよく整頓して居り Optical pyrometer の標準には Reichsanstalt の標準ランプを使用して居りました。同會社の電線工場はシーメンス町より自動車で15分も隔つて居りますが、新設で電線、電話線、海底電

信線等を作つて居りますが重に自働的に線が引かれ或は被覆されて行く處が巧妙に仕組まれて居りました。要するに此會社は戦争前に私の見た時に比較して著しく膨脹し、仕事も現今可成澤山ある様に見えました。

以上は歐米に於ける官公立冶金研究所及び鐵工業會社附屬研究機關の大要であります。之に依つて何處でも研究に多大の費用をかけて居ることが解ります。一般に工業は科學の力を借りなければ著しい進歩は望まれません事は私の云ふ迄もない事です。然し科學も又工業の發達に依らなければ進歩はしません。日本の如き後進國は殊にさうです。例へば研究の初期に於ては本邦の科學者の先鞭をつけたものも少なくはありませんが工業の發達しない爲め研究が思ふ様に進行しない、其中に歐米では工業の力に依つて、研究が着々と進行しますから終局の功績は歐米の學者に取られると云ふ事が少くはありません、つまり科學は工業を發達させ、工業の發展は又科學の進歩を促進させるのであります。即ち科學者と工業家とは互に相提携して科學及工業の進歩即ち文明の進歩が望まれるのであります。

扱て、工業の發展は科學の研究に俟たなければなりませんから國家は官立の研究機關を設置し、又工業家は自ら研究機關を具備するの必要を感じる所以です。此官公立機關と私設機關と幾何の相違があるかと申しますと、私設研究機關は、一個人一會社の費用を以て研究するのでありますから、研究成績も一個人一會社の專有物であるべきです、即ち研究の恩澤を蒙るものは一個人一會社であります。然るに官公立研究機關は公費を以て研究して居るから、研究成績も亦一般工業家が利用すべきものであるべきで決して一個人一會社の專有すべきものではありません、然らば此官公立研究機關と私設研究機關とは重複の嫌ひなきか、或は研究題目、研究方法等に就て、何か相違點あるべきであるか？私の考では官公立研究機關では、研究問題として成るべく根本的のものを撰び、且つ之が研究も出來得る丈基本的に行ふべきであります。大學及び官立研究機關には著名の學者も居り、設備も相當にあり、且つ研究期限に就て制限を設けらるる事はないから根本的の問題を根本的に解決するに最も適當して居ります。之に反して私設研究機關では工場に附屬する處より毎日工場より來る所謂daily worksに攻められる、面白いと思つた問題でも一年も二年もかかつて氣樂に研究し難くなる。夫故私は主義として官公立研究所では専ら重要な根本的問題を解決するに勉め、又私設研究機關では工場作業に關係深き問題を基本的研究の結果を巧に利用して解決することに努力せば雙方共研究機關が最も有効に働く様に考へられます、勿論之は主義として申すので時と場合に依つては反對の場合例へば官公立研究所で應用問題を研究し、私設研究機關で根本問題の研究に従事する事があるも結構の事と思ひます。

終りに研究所の成績を最も優良ならしむる方法に就て私見を述べたいと思ひます。研究機關に必要な要素は第一に人物、第二に設備であります。如何に設備を整ふるも有爲の研究者を得ざれば成績を擧げることは出來ません。或國に於ては多大の研究費を使用するに係はず比較的成績の擧らざるは人物の足らぬによる様です、研究の成績は、一に研究者の頭にあると云ふ事が出來ます、研究機關

の設備が出来、有爲の研究者が集つたと假定して次の重要な事項は研究題目の撰擇であります。大學に於ける研究は主として教授の自由で、自己の好む所に従つて研究を進むべきであるが、官公立或は私設研究所は夫々目的を以て居り、何々研究所と稱へられて居る位です、従つて斯る研究所に於ける職員は、研究所の目的に適切なる問題の研究に邁進しなければなりません、然し如何なる方面に研究を進むのが目的の解決に最も有利であるかを判定するのは、最も困難な事であります。いくら題目が適切でも成功の見込ない六ヶ敷い問題は頭の中に收めて、暫く時機を待ち、比較的意義を持ち成功の見込あるものより始めなければならぬ。此處が責任者の頭を要する所、熟考を要する事項であります、幸に適切なる數箇の研究題目を見出し得ば、次の問題は之を研究する方法如何であるが、之は比較的容易で先づ之に關する文獻の調査と研究者の經驗的考察とにより之が解決を得るは一般に餘り困難の事ではありません。かくして各研究者は各々自己の研究に取掛り得るに至るのです、又研究者は互によく連絡をとり一問題より次へと、次第に研究を進めば研究成績の擧る事は容易であります。

一研究所の設備は金さへあれば整へることが出来ますが、有爲の研究者を得る事は甚だ困難であります、多くの場合には之を養成しなければなりません、然らば有爲の研究者を養成するには如何すればよいか問題であります、一般に言へば研究者を養成するには高等教育を受けた者例へば大學卒業生より人を撰擇しなければなりません、之は研究には深い基本的智識を要するからであります、次に是等の人を研究家に養成するに最も有効な方法を考へなければなりません、是等の人には既に一通りの専門的智識を持つて居りますから、先づ何か一つの問題を與へて之に連絡して文獻を十分調べさせ研究方法の見込がついた後、實驗に取り掛らせるのであります、研究問題は始めは成可く簡單で其結果も豫想の出来る様なものを撰ばなければなりません、さうすれば半年なり、一年なりで研究を終り成績を擧げることが出来、更に進んで研究したいと云ふ心持と勇氣とを與へます、之に反して初より六ヶ敷い問題を考へ、一年過ぎてても二年過ぎてても研究が纏まらない様では其人の勇氣を殺ぎ、落膽させ、更に進んで研究しやうといふ勇氣を失つて了います。私も自分の經驗に依つて承知して居りますが一般に研究は、順當に進行する場合は少ないので、之に伴ふ困難は非常に大きなものであります、私は昔、實驗中種々の困難に出遇つた結果、此研究が終つたらもう實驗は止めて書物でも讀むことにしようと思ふた事は度々ありましたが、然し其研究が好結果に終り論文として發表する時になりますと、非常に楽しみなもので今迄の困難は丸で忘れて更に新しい研究に取りかゝる勇氣が出て參ります、つまり研究には非常の困難が伴ひますから成功が伴はないと、研究者の勇氣を殺ぎます。それ故、指導者は初めての研究者には可成簡単な問題を與へ、智識と經驗の進むに従つて次第に六ヶ敷い問題を與へなければなりません、さうして二三の研究を仕上げた後は、智識と經驗とを得て一人で問題を探して研究し得る人となれます、私の今迄の經驗によれば熱心家なれば頭は餘り鋭くない人でも數年の後には立派な研究家となつた人も少くありません。

最後に理論と實驗の關係に就て一言致します、研究には理論的方面より進むのと、實驗的方面より

進むのと、二通りありますが雙方共必要で兩者相俟つて初めて研究の進歩が望まれるのであります、理論家は實驗を卑み、實驗家は理論を無視する様な事は有勝の事であるが之は大いに考へなければなりません。正當に申しますれば、實驗は理論的考察を試す爲にすべきもので常に理論的考察の許に行はなければ著しい効果はあがりません、Sir Rutherford 氏は實驗は理論的の豫想の許に行はるべきものであると言はれたことがあります、眞に至言でまします、即ち吾々は實驗の爲に實驗するのではなく、或目的の爲に實驗するのであります、勿論實驗して居る中に種々豫想外の事實が発見される事がありますが、かゝる場合には更に考へを立直して理論的考察を進め之に基いて、更に實驗を進めなければなりません、即ち何處迄も實驗は理論的考察の指導の許に行はなければ効果が少ないのであります、實驗家が一つの實驗に餘りに熱注しますと、よく實驗の目的を忘れ、實驗の爲に實驗するといふ様になるとがあります、所謂實驗に呑まれる事がありますが、之は實驗家の大いに注意すべきであります、然し何れの實驗家も初めは一定の豫想を以て實驗に取り掛からないものはありませんが實驗の途中で其目的を忘却する事が間々有る事であります。又理論的考察の不足な場合には實驗法の不十分な所より來る誤れる結果をも信じさせる場合も少なくはありませんから深く注意しなければなりません。要するに理論的の考へより、實驗を産み、實驗の結果より更に理論的考察を進め、兩方相俟つて有力なる研究が進行するのであります、Rutherford の研究が割合に小なる努力に依つて常に偉大なる結果を得らるゝのは其原因理論的考察の非凡な所にあります、又ラウエが結晶體中に於ける X 線の干涉の理論的考察よりして、X 線廻折現象を豫想し物質の構造に關する偉大の智識を吾人に與ふる基を開いたのも理論的考察の必要なる好例であります。之に反して理論的考察に重きを置かない實驗は例へ巧妙なる手腕を以て結了するとも重要な結果に達するものは少なくあります。

以上研究者の心得べき事項を概括しますれば、次の様に述べる事が出來ます。

- 一、初期の研究者は自己の力量を考へ成可く簡易なる問題より研究を始め、智識の増進に伴ひ漸次六ヶ敷問題に進むは成功の近道なり。
- 二、二三の簡單なる研究に成功せる後は、可成關係廣き有意義の問題を撰擇すべし、孤立せる問題の研究は効果少なし。
- 三、研究者は現に研究しつゝある有力なる學者の指導を受くるは最も有效なり、かゝる學者は數多の研究問題を有し研究者の力量に應じて適當なる問題を授くるを得ればなり。
- 四、研究は常に理論的豫想に始まらざるべからず、豫想なき研究は成功すること少なし。
- 五、實驗者は先づ問題の關係事項を十分に研究し、解決に適切なる研究方法を案出せる後にあらざれば實驗に着手すべからず。
- 六、實驗者は實驗に呑まるゝ勿れ、目的の爲に實驗するものなるを忘るべからず。

座長の挨拶

○座長(俄國一君) 唯今本多博士の御講演がありまして、段々皆様方から御質問の點も御有りにならうと思ひますが段々時間も後れたりしますから、是で打切りまして、私から一言今日の御講演に對して御挨拶を申し上げたいと思ひます、四學會が聯合いたしまして本多博士に御旅行の御土産話を拜聽したいと云ふことを申した所が、快く御承諾下さつて、わざわざ仙臺から御出で下さつて、今晚は有益なる御講演を長時間に亘つて拜聽することが出来ましたのは、誠に有難い次第であると存じます。歐米の研究機關の詳細に亘つて御話がありましたのみならず、工業のことも御話があり、随つて我々一同が歐米の研究機關の様子等も聽くことを得ました。殊に最後に附加へると云ふことで御話になりましたが、研究所の研究方針等に付きまして御經驗上御話がありましたことと云ふことと云ふこと、大變に研究すべき人に對しては重要な参考と思ひます。本多博士は金屬材料研究所を創設されまして、爾來其研究は世界的になつて居る、又御講演中にもありましたやうに、亞米利加のビュロー・オブ・スタンダードと、英吉利のナショナル・フィジカル・ラボラトリー、獨逸のグループ、是等と殆ど拮抗する如き大いさ、設備、又結果も是以上に或場合は考へて宜しい様な功績のある研究所を創設され、主宰されて居る。あとで御話になりました此工業と學術研究の進歩の場合に於きまして、是は相俟たなくてはならぬ、兩方共並んで進歩しなくてはならぬと云ふ御話がありました、西洋では是が工業も進んで居るし、研究機關も進んで居る、日本ではどうも残念ながら、研究機關は進んで居るが、工業がどうも之に伴はぬやうであります、是は我々會員一同が折角出來て居ります金屬材料研究所を利用いたしまして、工業も進歩しなくてはならぬと思ひます、其進歩した工業を以て……先程御講演になりましたやうに、益々材料を研究所にサポートしまして、材料研究所も益々御進みになると云ふことが宜からうと思ひます。自分の私見を一言申述べた次第であります。今日は誠に長々と御講演を有難く拜聽いたしました、御賛成を得まして拍手をして御禮を申し上げたいと存じます。(一同拍手)

○座長(俄國一君) 是で閉會いたします。(時に午後7時5分)

本多博士歓迎晚餐會狀況

同日午後7時10分より帝國鐵道協會食堂に於て本多博士歓迎晚餐會を開催す、參列者54名あり、其氏名次の如し(順不同)。

河村 曉	俄國一	今泉 嘉一郎	鹽田 泰介	香村 小録
秋山 正八	寒川 恒貞	渡邊 三郎	湯淺 龜一	三島 徳七
松浦 善助	桂 辨三	島岡 亮太郎	大塚 榮吉	五代 龍作
福澤 桃介	富田 治禱	日下部 義太郎	有泉 寛	早瀬 常吉
齋藤 精一	山田 復之助	澤邊 四郎	牧 音輔	上村 一郎
ランドグラフ	佐川 榮次郎	島 安次郎	朝倉 希一	長嶺 敬三
渡邊 讓吉	杉村 信近	橋本 増治郎	河村 興六	林 一男
橋本 卯太郎	佐久間 末彦	中山 秀道	濱田 彪	菊地 武一
植木 萬里	池田 善四郎	柴田 憲一郎	正田 卓治	關 義孝
種子田 右八郎	青木 保	野田 鶴雄	鈴木 孝雄	武藤 稻太郎
沖 巖	有坂 紹藏	高橋 佐太郎	眞島 正一	

宴會の半に於て左の卓上演説ありたり。