

技 術 資 料

米 國 旅 行 記

橋 口 隆 吉*

SOME NOTES ON MY TOUR IN THE UNITED STATES

Ryukichi Hasiguchi

飛行機で羽田を發つたのは 1949 年 6 月 4 日であつた。それから 1950 年 12 月 11 日に横濱に着くまで、丁度一年半の間、米國で勉強と見學をして來たのであるが、見學のノートを中心に、その間の模様をお傳えしよう。大體見學した順序に書いて行くことにする。

1. Boston 附近

MIT. アラスカからニュー・ヨークに直行し、ニュー・ヨークから直ちにボストンへ向つた。チャールス・リヴァーによつて距てられているボストンの對岸の街がケンブリッジである。ケンブリッジは MIT (Massachusetts Institute of Technology) やハーバード大學がある大學町である。河幅の廣い美しいチャールス・リヴァーに沿つて、ケンブリッジ側にメモリアル・ドライブと云う氣持の良い並木道がある。これに沿つて建並んだ立派なビルディングが MIT である。工學に關する限り MIT は斷然米國第一の大學である。建物の立派さ、設備の完備していること、教授陣の優れていること、學生の質の良いこと、經濟的に豊かであること等、他の諸大學を壓倒している。勿論綜合大學としては、他に優れたところが澤山ある。然しそれ等の綜合大學の工學部は MIT にはとても及ばない。

MIT の實驗室の様子を少し書いて見よう。こゝには世界で一番大きい Differential Analyzer がある。これは微分方程式の數値計算をする装置であるが、大きな室の床から天井まで充滿した真空管装置である。機械の總重量 100 トン、2,000 本の真空管、殆んど數え切れない程の接點と數千個のリレイ、200 マイルの配線、150 個のモーターを含む機械である。ヨーロッパの天文學者がわざわざ MIT まで計算に來るのである。

人工放射能同位元素を使う研究が盛んに行われている。生物學は勿論、機械の磨耗の研究、金屬における擴散の研究等が行われている。

冶金學教室の研究を瞥見して見よう。物理冶金學の方

では、マルテンサイト變態、殘留オーステナイト、オーステナイトの分解、固溶體と結晶粒界、鐵素系、カーボナイトライディング、鋼の焼戻、工具鋼、擴散、再結晶と回復、合金の帶磁率、ジルコンの變態、金屬炭化物、耐火物粉と金屬粉の粉末冶金、熔接における殘留應力等の研究がある。

耐熱金屬に關する研究として、Cr-Mo-Fe 系、Co-Cr 状態圖、耐熱合金、鑄造タービン・ローター、ガス・タービン合金に對する結晶粒度の影響、耐熱合金のクリープ等の研究。

耐蝕性に關するものは、高温酸化、不働態化と耐蝕性に關する電子論的研究、金屬表面における吸着等の研究がある。

次に化學冶金及び精鍊に關するものを挙げれば、製鋼の物理化學、高爐滓中の硫黄、製鋼の研究、固溶體及び溶液の熱力學、アルミニウム及びアルミニウム合金中の水素の溶解度、非鐵平衡反應、銅精鍊の物理化學、タンタルの粉末、水素中におけるモリブデンの各酸化物の平衡、金屬蒸着等である。

金屬加工に關するものとしては、固體金屬の表面張力と粘性、高温における粘性流動、金屬接觸面の力、金屬の流れと非等方性、金屬の破壊、高温加工、粉末冶金におけるダイス壁の摩擦、壓粉の應力及び歪分布、粉末冶金における摩擦の問題、研磨法等の研究。

鑄造に關する研究としては、砂の流動性、鑄型と金屬の接觸反應、短時間可鍛鑄鐵、鑄物の Unsoundness 等を舉げることが出来る。

冶金關係の實驗室は萬遍なく行き届いているが、特に目を引いたものは、廣さ五坪位の恒温室、製鋼反應の物理化學的研究室、1/2 トンのエール式電氣爐を含む鑄物實驗室等である。X線は多くの場合彎曲結晶によつて、單色化している。放射能測定装置その他普通のものはま

* 東京大學工學部

ず何でもある。磁性研究室も大きな部分を占めている。

Harvard 大學 ケンブリッジの中心から北に寄つたところにハーバード大學がある。今は亡き Sauveur 教授が居た冶金學教室があるが、それは寧ろ小さい研究室である。若い助教授 Hobstetter 氏が新しい設計した比熱の測定装置と、電子衝撃によつてタングステン等を溶かす爐を作つていた。この爐のルツボは小指の先位に小さいものである。

高壓下における金屬の舉動を研究して、ノーベル物理學賞をもらつた Bridgman 教授の研究室を見せてもらう。教授は實に元氣なお爺さんである。見事なメカニズムを施した實驗装置で一杯になつた研究室を見ることは實に楽しい。丁度米國物理學會の大會があり、湯川博士にもお目にかかることが出来た。金屬物理の講演を多數聞くことが出来たのは幸であつた。

ハーバード大學の新しいサイクロトロンが丁度出来たところで、一般に開放され、獻納式が舉げられた。

Ford 工場 ケンブリッジの郊外にフォードの工場がある。これは小さい組立工場であるが、一日に 250 台の自動車を組み立てている。後でデトロイトの大工場のことを述べるが、ケンブリッジ程度の小工場は各地に澤山ある。

Bell Telephone Laboratories ニュー・ジャージー州マーレー・ヒルに新しく出来たベル・テレフォンの研究所がある。これはボストンから近くはないが、ボストン滞在中に行つたから、ここで述べることにする。以前にはベル・テレフォンの研究所はニュー・ヨークの市中にあつたが、今ではそこでは唯試験だけ行われていて、研究の方はマーレー・ヒルに移つたのである。最も近代的に設備されたこの研究所はマーレー・ヒルの人里離れた丘の上に立つている。私が見た會社の研究所の中では、一番近代的で、美しく、立派で、完備している。米國の會社の研究所には、勿論大小様々なものがあり、小さいものにおいては、會社の利益と直接結びついた研究のみをやつていないことは云うまでもないが、ベル・テレフォンとか G.E. の様な大會社の研究所においては、寧ろ非常にアカデミックな研究をもやつていて、これが米國の學界に與える寄與は大きなものである。

ベル・テレフォンでは Bozorth 博士に會ひ各研究室を案内してもらつた。Bozorth 博士の磁區に關する素晴らしい研究と美しい磁區の寫眞は深く印象に残つた。Cioffi 氏が眞空管回路を用いて磁化曲線を自動的に描かせる装置を作つている。非常に感度が高いものであるとのことである。Heidenreich 博士の電子顯微鏡と電子

廻折による塑性迂りの研究も面白い。

この研究では研究室の壁が固定したものでなく、實驗の性質に應じて廣くも狭くも出来る様になつている。又實驗材料、部分品、素材、藥品等のストック・ルームが中央にあつて、各研究者は、そこに行けば大抵のものが手に入る様になつている。

General Alloy Co. ボストンにジェネラル・アロイカンパニーと云う鑄物會社がある。主として耐熱合金の鑄物を作つている。38%Ni, 18%Cr, 残り鐵; 60%Ni, 12%Cr, 残り鐵; 68%Ni, Cr18%, 残り鐵と云う様な合金を作つている。爐の中のコンヴェイヤーとか化學機械用のものである。鑄造の缺陷を熔接で修理するが、ヘリウムとガアルゴンの氣圈を用いた電弧熔接である。

磁製管を湯道に使う研究をしていた。

Norton Co. マサチューセッツ州のウースターに有名なノートン・カンパニーがある。米國最大の研磨材料の會社である。あらゆる種類のグラインダーヤルツボを作つている。米國のみならず歐洲にも工場を持つている大會社である。

National Research Corp. ケンブリッジの MIT の隣りにナショナル・リサーチ・コーポレーションという會社がある。これは謂わば研究會社とも云うべきものであつて、研究をする一方、研究成果をどんどん製品として賣り出し、それによつて収入を得ている。この仕事は眞空關係のものを主としている。眞空ポンプの製作がこの會社の一番大きな仕事である。實驗室用の小さなものから大工場用の大きな眞空装置まで作り、精巧な製品を一流の大會社に納入している。大きな製品の一例を舉げると、一日に 50,000 ガロンのオレンジ・ジュースを製産する眞空濃縮器をフロリダの或る會社の注文で作つている。ペニシリン製造装置もこの會社の製品の一つである。この様にして大がかりな眞空關係設備を製作する一方、眞空關係の色々な研究をしている。コーヒーとかストレプトマイシンの眞空脱水、眞空冶金學等々。そしてそれ等の研究が完成すると、又製品として賣出している。例えばソリュブル・コーヒーとか、眞空熔解してガスを極度に少くした金屬のインゴットとか、セロファンにアルミニウムを眞空蒸着した銀紙等である。眞空熔解した金屬中のガスの量は、例えば銅の場合、水素が 0.00008%, 酸素が 0.00004%, 硫黄も減少して 0.0001% である。鐵の場合には、 $N_2 < 0.0001\%$, $H_2 < 0.0001$, $O_2 < 0.02\%$ である。

Tracerlab. ボストンの市中にトレーサーラブと云うこれ又研究會社がある。人工放射性同位元素によるトレ

レーサー・スタディーの盛んな米國においては、この様な会社が成り立ち得るのである。どんなものを製品として賣っているかと云うと、各種のガイガー・カウンター、計數装置、自動的サンプル交換器、その他おそらく數百種に及ぶ機械器具を賣っている。それから放射性の元素及びそれを含む化合物を、これ又數百種賣っている。参考の爲に少し例を擧げて見よう。Fe₂O₃, Fe₂(SO₄)₃, Fe₂S₃, FeSO₄, FeS 等が1ミリキュリー 180 ドル, NiO NiSO₄, NiS 等は 3.5 ミリキュリー 180 ドルである。鐵の半減期は4年、ニッケルの半減期は300年であるから、これ等の化合物を將來輸入することが出来る様になれば、色々面白い冶金學的研究が出来るであろう。

ここで是非述べておき度いことは、例えばレーサー・スタディーの研究が盛んになれば、直ちにこの様な實驗装置の既成品が多量に作られる。日本の場合の様に、例えば生物學者がレーサー・スタディーをする場合に電子工學を一應勉強しなければならないと云う様な、非能率的なことを行わなくて済むわけである。

II. NAM 見學旅行

MIT におけるサマー・スクールが終つてから、私共は NAM (National Association of Manufacturers) の厚意によつて見學旅行に行くことが出来た。ニュー・ヨークからシカゴまでの間の色々な工場を見學することが出来たのである。

G. E. 先ず最初に行つたのはニューヨーク州 スケネクタディーのジェネラル・エレクトリック・カンパニーである。G. E. は 22 の州に約 100 の工場を持つているが、その中でスケネクタディーの工場が一番大きい。ここには世界で一番大きい發電用スチーム・タービンの工場がある。この工場は 1947 年から作り始めて、1949 年に出来たものであるが、工費 30,000,000 ドルを費している。こゝで作られるタービン發電機は 20,000 乃至 200,000 キロワットのものである。この工場は 14,800 トンの鐵骨で作られているが、これが全部熔接で出来ている。1/2 トン乃至 200 トンのキャパシティーを持つた 51 台のトラベリング・クレーンがあり、250,000 ボルトと 1,000,000 ボルトの X 線透過装置がある。

Thompson Products. 次はオハイオ州クリーヴランドのトンプソン・プロダクツである。自動車や飛行機のエンジン部品を作る工場、1941 年に出来た会社である。最近ではジェット・エンジンの部品を盛んに作っている。發動機のヴァルヴのステムの先端を連続自動的に焼

入れる装置、自動的なステライティング等が冶金學的に興味があつた。

Case Institute of Technology. クリーヴランド市内にケース・インスティテュート・オブ・テクノロジーがある。こゝの冶金學科には、日本に良く知られている Sachs 教授がいた。然し今は既に辭めていて、私宅に訪問することが出来た。Sachs 教授の代りに、マルテンサイト變態で有名な Troiano 教授がいる。研究室は餘り大きくはない。

Electric Auto-Lite Co. クリーヴランドを發つて、次に矢張りオハイオ州のトレドに行つた。こゝではエレクトリック・オートライト・カンパニーを見る。自動車の電氣關係部品、例えばオートトランス、ディストリビューター等を作っている。アメリカのこの種部品の 25% を出している会社である。ディストリビューターの中には、粉末冶金によるオイルレス・ベアリングを使っている。薄い鋼板を數枚重ねて接着させる爲に、銅鍍金した鋼板を重ね、プレスすると同時に高周波加熱をする。この間約數秒間である。銅が熔けて接着する。

Burrough Adding Machine Co. 次にミシガン州デトロイトに行く。パーラフ・アディング・マシン・カンパニーは商業的な計算器を作っている会社である。簡単な出納用計算器から、複雑な計算器とタイプライターが組合せられたもの、統計的計算器等まで、多種多様な製品を大量に作っている大会社である。商業的な計算器であるから、自動的な作動をさせるモーターを除けば、他は全部メカニカルなメカニズムであつて、數萬個の小部品から成る極めて複雑なものもある。Customer Inspection と稱する出荷前の最後のテストをやるところでは數百人の女がざらりと並んで、出来上つた計算器を前にして、色々なイクザンプルをテストしている。實に壯觀である。

Plymouth Plant of Chrysler Corp. デトロイトは自動車の都である。先ずプリマスに行く、こゝでは 20 秒に 1 台の自動車が出来て行き、16 秒に 1 台のエンジンが出来て行く。

Ford Motor Co., Rouge Plant. デトロイトの郊外ルージュに有名なフォードのルージュ工場がある。こゝに行くと先ずその大きさに唯々驚嘆する。自動車工場でありながら、高爐が 3 本あり、平爐が 10 基あつて、一日に 3,500 トンの鋼を作っている。工場内の鐵道は全長 100 マイル以上あり、コンベヤーの長さが又 120 マイルにも及んでいる。この工場でする水の全量は Baltimore と St. Louis と San Francisco の三都市でする水の量

に等しいと云う。又炭炭爐ガスは 150 萬の人口の都市に供給するに足る量が日々消費される。社員、工員に支拂われる給料は一日に 125 萬ドルである。これが 75,000 人に支拂われるのであるから、平均一人の一日の収入が約 17 ドルと云うことになる。

ボディーを作る工場では、何百台のプレスが見渡す限り並んでいる。ガラス工場では、四疊敷位もある大きなガラスが、ゆつくり動くコンベヤーに乗つて流れて行くと、次々に廻轉する研磨機がそれを磨いて行く、全部自動的である。法規によると自動車の窓ガラスはサンドイッチ式安全ガラスでなければならない。このサンドイッチの間にはさむアセテート・レジンを作つている。

ルージ工場の見學を終つた後、デトロイトを發つて、シカゴに行き、インランド・スチール・カンパニーを見て、NAM の見學團一行は、ピッツバーグに行き、更にニュー・ヨークまで行つて解散したのであるが、私はノートル・デーム大學に一年間行くことになつていたので、インランド見學後、一行と別れて、シカゴからインディアナ州のサウス・ベンドに向つたのである。インランドには後にもう一度見學に行つたから、次節にまとめて書くことにする。

III. Chicago 附近

Notre Dame 大學 シカゴから 100 マイル程東に行つたところ、インディアナ州にサウス・ベンドと云う人口十數萬の小都會がある。セント・ジョセフ河に沿つた小さいな氣持の良い町である。ステュードベーカーとベンディックスの工場がある。この町の北の郊外にノートル・デーム大學がある。カソリックの大學であつて、フットボールが強いので有名であるが、工學部は米國では先ず二流と云うところである。私は偶然の機會から、この大學のフェローシップを貰うことが出来たので、一年間をその研究室で過したのである。冶金學科は助教授以上が 5 名、小規模であるが、研究室は仲々便利に出来ている。G.E. 製の最新式の X 線装置があるが、これは全く素晴らしいものである。ガイガー・カウンターによつて測定された廻折線の強度を自動的に曲線として描いてしまうものである。結晶を自動的に廻轉させる装置とか、故障の時の安全装置とか、各種の自動装置が完備している。

主任の Beck 教授は主として再結晶、結晶粒成長、聚合組織、耐熱合金の状態圖等を研究している。Peretti 副教授はインディウム合金とか、チタン合金の状態圖の研究を、Lement 助教授はインヴァーの體積變化、マル

テンサイト變態の研究を、Cullity 助教授は回復の X 線的研究を夫々やつている。

米國の大學において最もうらやましいことの一つは、歐洲の學者との間の頻繁な交通である。情報交換のみならず、人の往復が實に盛である。私の滞在中に歐洲から来て、ノートル・デームで講演乃至ディスカッションをして行つた金屬關係の學者には次の様な人々が居る。轉位論や再結晶の Burgers, 轉位論の Cottrell, 轉位論の Frank, クリーブその他塑性論の Chalmers, 再結晶の Bowles 等。私が行く少し前に Orowan が來たし、私が去つてから間もなく Trillat が來る筈になつている。

ノートル・デームに滞在している間に、時々暇を見つけては、シカゴ附近を見學して歩いた。私は中古自動車を一台中古持っていたから、見學には大變便利であつた。好きな時に好きなところに行けるし、第一ガソリン代は汽車賃より大分安い。そのみならず、自分でドライブしなければ行けない様などころもある。

以下述べる見學旅行は總て自分でドライブして行つたものであるし、最後のニュー・ヨークからロス・アンジュルスへの大陸横斷も、たつた一人でドライブしてしまつたのである。自分でドライブしていると、米國自動車道路の土木事業の素晴らしさを、つくづく感ずる。その様な點に關しても後で少し述べて見たいと思う。

Inland Steel Co. インディアナ州イースト・シカゴにインランド・スチール・カンパニーがある。こゝには高爐が 8 本あり、一日の製銑量 7,000 トンである。平爐工場は二つあつて、第一の方には 12 基の平爐があり、第二の方には 24 基の平爐がある。後者は平爐工場として世界最大のものと云われている。私は主としてブリキ等の薄板製造を見學した。ホット・ロールは 6 スタンドのタンデム・ミルである。コールド・ロールには 5 スタンドと 4 スタンドと 3 スタンドのタンデムがある。5 スタンドのミルで、最後に板が出る時の早さは約 4,000ft/min である。板の厚さを測る X 線ゲージもついているが、工具は寧ろフライイング・マイクロメーターの方を見ている。多くの場合 2 本のコイルを、Mesta-Thomson Butt Welder によつて熔接して冷間壓延を行う。Speckel ミルが一合あるが、これは特に少量の壓延を行う時のみ使われる。スキンパスは 2 スタンドのタンデム・ミルでやる。

米國の大きなブリキ工場では、どこでも連続式電氣鍍錫装置を使つているが、これは實に素晴らしい設備である。ストリップに連続的に錫を電氣鍍金し、續いて加熱して錫を極短時間熔融して附着を良くするのである。加

熱装置には色々あるが、インランドのものはラディアン
ト・バーナー式のものであつて、加熱された向い合つた
輻射體の間をストリップが通つて行く間に加熱されるの
である。輻射體の距離が自動的に増減して、温度の調節
が行われる様になつている。鍍金液はインランドでは、
アルカリ性鍍金液 Na_2SnO_2 を用いている。この方法で
作つたブリキ板の特徴は、錫層が薄くて錫の節約になる
こと、錫と鋼の間の合金層を薄くすることが出来ること
浸漬法によるブリキ板に較べて、外観が斷然美しいこと
等である。然し設備費が相當高い。インランドのものは
1,000,000 ドルである。これは浸漬法の 24 ポットの値
段に當るが、能力は 40 ポット分あるから、元を取り返
すのにそう時日を要しないであらう。

Chicago 大學 シカゴ市の南部にあるシカゴ大學に
は、有名な Institute for the Study of Metals があ
る。Smith 教授が所長であり、Zener, Barrett 等
の有名な教授が居る。こゝで内部摩擦の研究を長くやつ
ていた中國人 Kè 博士に所内を案内してもらふ。特別變
つた設備とてはないが、落ち着いた良い研究所である。
Kè 博士は既に中國に歸國しているが、夫妻揃つての物
理學者である。

National Metal Congress. 1949 年 10 月半過ぎに
オハイオ州クリーヴランドで開かれたナショナル・メタ
ル・コンGRESS に出席した。これは American Society
for Metals, American Institute of Mining and Meta-
llurgical Engineers, American Welding Society 及び
Society for Non-Destructive Testing の合同講演大會
である。講演會のやり方は日本と餘り違わないが、一つ
重大な相違点がある。それは印刷された完全な報告が講
演會前に出版されることである。AIME の場合につ
いて云うならば、毎月出る Journal of Metals に出る論
文は何れも講演前のものである。日本では逆であつて、
講演してから後で印刷が出る。日本では講演會は一種の
速報機關である。それ故比較的短い簡単な研究が數多く
發表される。アメリカの講演會はディスカッションの機
關であると思ふことが出来る。既にフル・リポートが
世に出てからのことであるから、聴講者はそれを充分讀
んで來ることが出来る。そして自分のデータがあるなら
ばそれをも用意して行くことが出来る。そして又このデ
ィスカッションが後で印刷されるわけである。この様な
關係からであらうと思ふが、アメリカの講演會の論文數
は日本のに較べて遙かに少い。その代り一つ一つがず
つと充實している。

メタル・コンGRESSと同時にメタル・ショーが毎年行

われる。これは數百の會社が新製品を展示する展覽會で
ある。一つ一つの會社が小區劃 (booth) を占領して、
思い思ひの飾りと陳列をするのであるが、主催者の
ASM はこのブースの貸付け代を各會社から取るので相
當儲けるらしい。財政不如意の日本の學會におすす
めしたい一つの方法である。

Carnegie-Illinois Steel Corp. カーネギー・イ
リノイは方々にあるが、これはイースト・シカゴのも
のである。ピッツバーグのものについては後に述べる。1950
年 4 月始めに日本からの鐵鋼視察團の一行がシカゴに
來た。丁度イースター・ヴェケーションの時に當つた
のでサウス・ベンドからシカゴまで出かけて行き、視
察團の一行に加えてもらつて、カーネギー・イリノイ
を見學した。これについては視察團からの報告があつた
ことと思ふから省略する。

Crane Co. シカゴ市の西部にクレーン・カンパ
ニーと云ふ鑄物會社がある。台所、風呂場の水道蛇口、
コック等の鑄物を作つてゐるが、米國の 75% の製品
をこゝで出しているのであるから大きな會社である。
50 台位のモールドィング・マシンがずらりと並んで居
り、その上にレール式のコンベヤーが通つている。工
場の建坪 60 エーカー、工具 8,000 名である。きれ
いな研究室を持つてゐる。40 萬ボルトのラジオグラ
フとラジウム鹽のガンマー線源を持つてゐる。ノ
デュラー鑄造は未だ研究の域を脱していなかつた。

Battelle Memorial Institute. オハイオ州の州
廳所在地コランバスにバテル・メモリアル・インス
ティテュートがある。この研究所は委託研究を受け
ることによつて、經營されているのであるが、昔から
有名であるし、優れた研究スタッフを多數擁してい
るので、全米の會社からの委託研究が殺到する。委
託研究の他に、この研究所の自發的な研究も勿論行
われて居り、多數の特許がとられている。約 1,200
名の所員の中、約 10% が主要研究者、約 30% が
リサーチ・エンジニア、更に約 30% がテクニッシ
ヤン、残りがその他と云う割合である。

化學研磨、鋼線の連續アルミニウム被覆、ヘリ
ウム氣圈を用いたアルミニウムの熔接、チタン製
造の中間工場の實驗、その他實に多種多様の研究
をやつてゐる。引張及び壓縮用の試験機で、眞空
管回路によつて引張又は壓縮の速度を調節するも
のがある。これは非常に廣い範圍に速度を變化さ
せることが出来る。電子顯微鏡について面白い話
を聞いた。電子顯微鏡で金屬の寫眞を撮る場合、
例えばパーライトの様に簡単なものであるならば
誰が撮つても同じ寫眞が出来る。然しベイナイト
とか、

焼戻したマルテンサイトの様なものになると、人と機械が違ふと、違ふ寫眞が撮れてしまい、その解釋に困ることがある。そこで委員会が出来て、同じサンプルを多くの研究者に渡し、色々研究を重ねた結果やつと満足な結果に略到達したとのことである。もう一つ面白いことは光學顯微鏡によつて残留オーステナイトの量を測定すると、X線的に測定したものよりも常に少く出て来る。然るに電子顯微鏡によつて測定すると、X線の結果と一致すると云うのである。

Lake Shore Drive. シカゴの街はミシガン湖に沿つて南北に延びている。街の東側が湖であるが、この湖岸に沿つて素晴らしいドライブ・ウェイが出来ている。レーク・ショア・ドライブと云うのがその名前である。このドライブ・ウェイは、北はミルウォーキーを経てシュペリア湖岸に達し、南はフロリダ半島の先端まで行つていくところの US41 ハイウェイの一部でもある。シカゴ市内に属している部分は十數哩であるが、その北側約半分に驚くべき仕掛けが施してある。それは可動式道路區切と云う様なものであるが、それについて少し述べておこう。この自動車道路はエイト・レーン(eight lane)になつていて8台の自動車が同時に並んで通れるのである。各レーンの間には線が引いてあるが、前の自動車を追越す時以外は一つのレーンの中をキープしてドライブするのがドライブのエチケットである。ところで各レーンの間の線の他に、こゝでは更に二つ毎のレーンの間に可動式區切がついている。従つて八本並んだレーンの中央と、両側から四分の一のところと、合計三本の可動式區切がえんえん6哩程も續いているのである。さてこの可動式區切と云うのはどんなものかと云うと、幅一呎位、鐵棒のはまつたコンクリート製のものであつて、引込めると路面と同じ高さになり、とび出させると路面から半呎位とび出す様になつている。長さは約5呎位宛のブロックになつているが、これがずつと連続して並べてある。朝のラッシュ・アワーの時には、湖岸よりの1/4のところの區切が上り、他の二つの區切は路面と同じレベルに下げられる。そうすると米國では右側通行であるから郊外から都心に向う車に六つのレーンが使われ、逆方向に二つのレーンが使われることになる。ラッシュ・アワーが過ぎると、中央の區切りだけが持ち上つて、他の區切りは降りる。そうすると往復共に四つのレーンが使われることになる。夕方ラッシュ・アワーの時には、朝とは逆に、都心から北に向う方向に六つのレーンが當てられ、逆方向に二つのレーンが當てられる。ラッシュ・アワーにおけるレーク・ショア・ドライブの自動

車の数は大變なもので、六台の自動車が並んで、殆んど接する位に相前後しながら40マイル位の速度で流れて行く、それであるから、一台の車が何かの事故で急停車すると、それに續く二台目が辛うじて急停車出来たとしても、三台目が大抵後からぶつけてしまう。そうするとそれは三重衝突になる。これは最も頻度の多い事故の種類である。六つのレーンの中の唯一つのレーンでこの様な事故を起した場合でも、それがラッシュ・アワーであるならば、その混雑は大變である。一哩進むのに一時間もかかることになつてしまう。

IV 最後の見學旅行

ノートル・デームの研究生活が終つてから、しばらくシカゴに滞在し、それから最後の見學旅行に行つて、歸國すると云う豫定にしていたのであるが、ふとした機會からアメリカのゴム工業を見學することになつたのでこれは又とないチャンスであると思ひ、シカゴ滞在先ずその方へ出かけたのである。

ゴムの見學 米國のゴム工業はオハイオ州のアクロンに集中している。これは鐵工業がピッツバーグに集つている以上に、アクロンに集つている。米國の四大ゴム會社が全部こゝにあるのである。即ちファイヤ・ストーン、グッドイヤー、グッドリッチ、ジェネラル・タイヤの四會社である。アクロンはクリーヴランドの南約30哩位のところにある人口25萬の小都市である。

9月始めに日曜と祭日(レーバー・デー)とが續いたので、これを利用して、シカゴからナイアガラの瀧まで550哩をドライブし、クリーヴランドまで引返して、アクロンに着いたのは1950年9月5日であつた。そこで日華ゴムの倉田氏と會ひ、同氏と共に一週間餘にわたつて、アクロンのゴム工業を見學した。

私はゴム工業を見學するのは始めてであつたので、非常に珍らしく感ぜられたのであるが、ゴムを練るロールが金屬の壓延ロールとよく似ていることとか、ベアリングその他の問題で我々がゴム工業に協力しなければならぬことが澤山あることを知り、大いに興味を感じたのである。ゴム工業用機械の工業も亦アクロンに集つている。その様な會社も二三見學した。クリーヴランドにFawick Airflex Co.と云う會社がある。これはゴム工業用機械と云うわけではないが、多少關係があるので見に行つた。Airflex Clutchと云われるクラッチを作つていて、小は直徑6インチ位のものから、大は直徑8フット位のものまである。ゴムのチューブに空氣を入れて、それでフリクション・シューを押着ける様になつて

いる。金屬工業への用途としてはボール・ミル、線引機、プレス、キルン、クレーン、ホイスト等へ裝備することが出来るであろう。

倉田氏と別れて、私は一度シカゴに歸るべくアクロンを發つた。途中 Michigan 大學に一寸寄る。ミシガン大學はデトロイトの近くのアン・アーバーと云う氣持の良い大學町にある。

シカゴに歸つてから、約二週間を費して最後の旅行と歸國の準備をし、又長距離のドライブに差支えない様に色々自動車の手入れをして、9月29日にシカゴを出發した。

Cincinnati 大學 先ずインディアナ州を東南に向つて斜につき切り、オハイオ州の南に出て、シンシナティに行く、オハイオ河に臨む大きな都會である。このシンシナティ大學は市立の大學であるが、市立としては米國最大のもので云われている。Kahles 教授に冶金學教室を案内してもらふ。

學生用の實驗室が實にきれいに出来ている。そして Color System を用いて、學生の實驗を非常に便利にしている。カラー・システムと云うのは、例えばスイッチを危険の度に應じて色分けしたり、機械の可動部分と固定部分を夫々の定つた色で塗り別けるのである。これは大變便利である。又衝擊試験機の振子が振れる範圍の床には、赤い線によつて危険の印が付けてある。

Cincinnati Milling Machine Co. このミリング・マシンは澤山日本に輸入されているから、日本でも良く知られた會社である。素晴らしくモダンなきれいな工場である。研究室では切削加工に關する基礎的な研究が行われており、多くの研究論文が發表されている。

Armco Steel Corp. シンシナティの北約 25 哩のところミドルタウンと云う小さい町があつて、こゝにアームコ・スチール・コーポレーションがある。町の人口約 30,000、アームコに務めている人が約 6,000 であるから、町の人の 5 人に 1 人はアームコの人間である。アームコには、ニューヨークに行つた歸りにも寄つたから前後二回見學したことになるが、こゝにまとめて述べることにする。

160 トン鹽基性平爐四基と 190 トンのものが四基ある。ホット・ロールのストリップ・ミルは 6 スタンドのタンデム・ミルである。タンデム・ミルに入る前のバー・ミルは、2 段ロールが 3 つ、4 段ロールが 2 つである。このタンデムによる方式は、最初アームによつて發展させられたものである。それは 1925 年頃ケンタッキーのアシュランドの工場においてであつた。

コールド・ストリップ・ミルは二台ある。U.E. 製の 3 スタンドのものと、Mesta 製の 4 スタンドのものである。前者のトップ・スピードは 700 fpm、後者ののは 2400 fpm である。こゝで出来る板の大部分はガルヴァナイズされるのであるが、ストリップに Continuous Galvanizing を施す工場が出来ている。この工場は極く最近まで絶対に秘密で、外來者には見せなかつたことである。所謂 Sendzimir 法によつてガルヴァナイズしている。

アームコ鐵においても最近 Cu の増加に悩んでいる。15 年前に 0.04% Cu であつたものが、今は 0.10% Cu になつており、年々増加している。

きつぱりしたきれいな研究所が工場に附屬しているがそこに Sendzimir コールド・ストリップ・ミルがある。20 段ロールである。Ni45% の Ni-Fe 合金を 1/1000 インチに壓延していた。

珪素鋼板の製造は米國のどこの會社も見學させてくれなかつたが、アームコの研究所の Cole 氏が色々詳しい話をしてくれた。米國では Oriented Sheet 即ち結晶方向を揃えた板が、もう日常的に用いられている。

Carnegie Institute of Technology. アームコの見學を終つて、道を東北にとり、スプリングフィールド、コランバスを経てオハイオ州を横斷し、隣のペンシルヴェニア州のピッツバーグに向ふ。スプリングフィールドには Wittenburg College がある。友人が居るので一寸寄つて見る。

ピッツバーグでは先ず有名なカーネギー・インスティテュート・オブ・テクノロジーに行く、冶金學科に助教授以上が 10 名以上居るところは、MIT を除けば、後はこゝ位のものである。こゝの冶金學科は Metals Research Laboratory と一體になつて動いており、實に活潑に研究が行われている。Metals Research Lab. の Annex と云われるものが、フットボール場の向う側の人里離れたところにある。木造の小さい建物であるが、こゝでは専ら人工放射能による金屬の研究が行われている。擴散とか、金屬とスラッグの反應とかである。

Pennsylvania Turnpike. ニュー・ヨークに急用が出来たのでピッツバーグの工場見學は後廻しにして、先にニュー・ヨークに行くことにした。ピッツバーグから東海岸に出る道は色々あるが、ペンシルヴェニア・ターンパイクを通るのが一番良い。ターンパイクと云うのは、お金を拂つて通る道である。こゝのターンパイクは 1 マイル約 1 セントの割であるが、全長 163 マイルを全部通ると 1 ドル 50 セントである。米國にはお金を拂う橋と

かトンネルが澤山ある。そのお金で工事費の元を取るの
である。勿論その様なところには歩行者は殆んど居ない
が居ても歩行者からはお金を取らない。ペンシルヴェニ
ア・ターンパイクはピッツバーグを出て少し行つたところ
から始まり、東に進み、同じくペンシルヴェニア州の
ハリスバーグと云う町の少し手前まで行つている。将来
はニュー・ヨークまで延ばすとのことである。ペンシル
ヴェニアは山の多いところである。普通のハイウェイを
行くと道が上つたり下つたり、くねくね曲つているので
餘りスピードが出せない。ターンパイクはその山を切開
いて作つた特別のフォア・レーン(四筋)・ハイウェイで
あるから、163 マイルの間一ヶ所も止るところがない。
60 乃至 70 マイルのスピード(これは丁度 96 乃至 112
キロに當る)で、一回も止らずに 2 時間半つづばしるこ
とが出来た。秋の日に映る紅葉を眺めながら、アメリカ
のこの偉大な土木工事に感嘆しつつ、私はハリスバーグ
への道を急いだのである。

ハリスバーグから南に折れてボルティモアを見物し、
それから東北へ進んで、フィラデルフィアへ来た。

Princeton. フィラデルフィアからニュー・ヨーク
に行く途中に、プリンストンがある。ニュー・ジャージ
ー州である。プリンストンはプリンストン大學のある小
さな大學町である。大學の他には殆んど何もない。この
小さな町の更に郊外の全く野原の真中に、有名な Insti-
tute for Advanced Study がある。この世界に有名な
研究所の存在をプリンストンの町の人は案外知らない。
アインシュタインが居るところだと云つて説明すると、
びつくりしている。湯川博士が渡米後最初の一年を過ぎ
れたところでもある。こゝは數學と理論物理の研究所で
あるから、研究室には机と椅子と本箱と黒板があるだけ
である。黒板の片隅に札がかかつていて、「消すな」と書
いてある。その札を裏返すと「消してもよい」と書いて
ある。浮世を離れて冥想にふけるのに、こんな良いとこ
ろは又とないと思われる様なところである。

ニュー・ジャージー州エリザベスを通つてニュー・ヨ
ーク市に入る道には、何哩にも亘つて陸橋が架つてい
る。その或るものは、街の家々を眼下に見下す様に高く
架つているので、スカイウェイと云われる。こうなると
もう道路は一つの巨大な建設物である。スカイ・ウェイ
からハドソン河の河底トンネルをくだつてニュー・ヨ
ーク市に入るあたり、アメリカの自動車道路工事の歴巻で
あろう。

U. S. Steel Corp. の研究所 一度ニュー・ヨークに
到着してから、ニュー・ジャージー州カーニーにある

U. S. スティール・コーポレーションの研究所に行つ
た。こゝは Bain が S カーブを作つたところである。
Pb 50%, Sn 50% と云う合金のターン・テーブルで顯
微鏡試料をポリッシュしている。電子顯微鏡の試片のエ
ッチングは Cathodic Vacuum Etching によつてい
る。又クリープの試験を大がかりにやつている。

Yale 大學 ニュー・ヨークの東北コネティカット州
のニュー・ヘーヴンにイエール大學がある。こゝの冶金
學教室には最近まで Mathewson が居たが、停年で辭
め。Phillips 教授が後をついでいる。Hibbard 副教授
が單結晶の塑性變形に關して廣範な研究をやつている。
私が行つた時は丁度マグネシウムの單結晶を作つて、應
力-歪曲線を出していた。單結晶の作り方は全部ブリッ
ジマン法である。マグネシウムの場合は酸化を防ぐ爲
に、アルゴン・ガスの中でやる。歪の測定は細い針金を
用いるストレイン・ゲージで行つていた。

Sperry Products. ニュー・ヨークの市中にスペリ
ー・プロダクツの超音波探傷機のデモンストレーション
を行う實驗室がある。インゴット、板、熔接部、鍛造品
等の試料について實驗して見せてくれる。Reflectoscope
と云われるポータブルの機械は、1/2, 1, 2 1/4, 5 メ
ガ・サイクルと 4 段にサイクルを變えられる様になつて
おり、手輕で極めて便利である。被檢體の表面から斜に
音波を入れるユニットもあるが、これは板の探傷に適し
ている。5/100 インチまでの薄さの板がテストされる。
又普通の金屬のみならず、焼結したカーバイドとか、セ
ラミックス、プラスチックに至るまでテストするこ
とが出来た。米國では超音波探傷が既に日常的作業にな
つている。後に述べるヘッペンストールでは、スリーブ
・ロールを全部超音波によつて、しかも超音波のみによ
つてテストしている。

Carnegie-Illinois Steel Corp ニュー・ヨークを發
つて再びピッツバーグに歸つて来た。ピッツバーグの郊
外 Irvin にカーネギー・イリノイの工場がある。きれ
いな工場である。先ずホット・ロールのところを見る。
6 スタンドのタンデムがある。主として軟鋼をロールし
ているが時々珪素鋼板もロールする。珪素鋼板を熱間壓
延する時には煙が出るので直ぐ分る。アメリカでも珪素
鋼板のロールは六ヶ敷いらしく、時々大失敗をやつてい
る。コールド・ロールは、自動車用鋼板用のものが、3
スタンドのタンデム、ブリキ板用のものが 5 スタンドのタン
デムである。コイルは 25 トンもあるのがある。焼鈍は
4 段のものが 8 箇であるから合計 32 箇のコイルを爐に入れ
コーク・ガスとナチュラル・ガスの混合ガスで加熱す

る。1200°F 位で焼鈍する。スキン・パスは2スタンドのタンデムでやる。こゝでも電気鍍錫を連続的に行う設備が素晴らしい。こゝの電解液は酸性液である。570fpm の速度で鍍金される。電気鍍錫後、錫の熔融処理をしないものは Matte と云われ、これも製品として賣り出される。電鍍後熔錫したものは Ferrostan と云う商品名で賣出されている。

Westinghouse 研究所 高温材料のクリーブ試験をやつて居り、Ni-Cr-Co を主成分とし、Ti で焼戻時効硬化させるガス・タービン用合金が研究された。クリーブ試験の爐の温度調節を、Ni-Cr 線の膨脹収縮でコンタクト・ポイントを作り、それを真空管のグリッドに入れて、小さいリレイを動かし、更に大きいリレイをも動かすと云う様にしてやつている。又電磁的駆動法によつて高温疲労試験をやつている。120 サイクルで、1500°F 位である。Mercurous Nitrate Nitric Acid でβ 眞鍮の結晶粒界を離れさせ、結晶粒の Voluminous Shape を研究していたのは仲々面白い。こゝで設計されたストリップ用X線ゲージの説明を聞く。

Pittsburgh 大學 ダウンタウンに40階や50階の建物があつても一寸も目立たない。ところがダウンタウンから離れたところに42階の建物があるとすると、相當高いスカイ・スクレーパーである。然かもそれが大學の建物であるとなると、二度びつくりである。これがピッツバーグ大學の Cathedral of Learning と云われるメイン・ビルディングである。教室を變るのに一々エレベーターに乗らなければならないから、珍らしいけれども不便である。この大學の冶金學教室は別の建物にあつて、Fitterer 教授が平爐製鋼の研究をしている。

Heppenstall Co. ピッツバーグのヘッペンストールではスリーブ・ロールを作つている。これは4段ロールのバック・アップ・ロールに用いられる。例えば直径40センチ位のロールに厚さ10センチ位のスリーブをはめる。硬さを必要とする表面とタフネスを必要とする心部とを別々の鋼で作ることが出来るから、非常に便利である。その上スリーブだけを取換えれば、完全に新しいものになるから經濟的でもある。米國では現在大體50%のロールがこれである。これを使つている会社は、Weirton, Jones & Laughlin, U. S. Steel, Youngstown Sheet & Tube, National Steel 等である。ヘッペンストールの宣傳するわけではないが、日本の工業に適した方法ではないかと思われるので、日本での製造をおすすめするのである。

Mesta Machine Co. 酸性平爐が四基、125 トン、

75 トン、50 トン、50 トンである。鑄鐵にはキューボラも用いられるが、それよりも主として Air Furnace を用いる。大きな鍛造物をプレスしたり、フォージしたりする時のマニピュレーターが實によく出来ている。こゝでもスリーブ・ロールを作つている。大物の鑄鐵、鑄鋼をやつている。

Timken Roller Bearing Co. ピッツバーグを發ちオハイオ州カントンのティムケンの工場に行く。見學の手續きを充分する暇が無かつたので、前から知つていたメトラジストに會つて、ローラー・ベアリングの作り方を詳しく聞かせてもらう。ティムケンでは Tapered Roller Bearing のみを作つているのが特徴であるが、小は1インチ以下の直径のものから、大は數呎の直径のものまで作つている。

カントンを發つてから、再びミドルタウンのアームコを見學し、サウス・ベンドに寄つて舊友と別れを惜みつつ、シカゴに歸つたのは10月の28日であつた。

Elgin National Watch Co. シカゴを出發するまで二三日暇があつたので、イリノイ州エルジンにあるエルジン・ウォッチカンパニーに行つた。前から手續きがしてあつたのに、見學させてくれないので、文献だけもらつて來た。エルジンの時計は現在鋼のメイン・スプリングを全然使つていない。Elgiloy と云う合金を使つている。この合金の成分は、Co 40%, Cr 20%, Ni 15%, Mo 7%, Mn 2%, Be 0.04%, C 0.15%, Fe 残りである。疲労限、抗張力、耐蝕性が大きい。

V. 西 海 岸 へ

シカゴで支度をすつかり準備して、いよいよ歸國の途につくべく、西海岸へ向けて、シカゴを出發したのは11月の2日であつた。西海岸に行くにはどうしてもロッキー山脈を越さなければならない。11月ともなれば、中部以北のロッキー山中には雪が降る。雪中のドライブは樂ではない。それ故雪を出来るだけ避ける爲に、出来るだけ南のコースをとることにした。US 66 と云うハイウェイである。このハイウェイはシカゴを出て、イリノイミズーリ、カンサス、オクラホマ、テキサス、ニュー・メキシコ、アリゾナ、カリフォルニアの各州を通り、ロス・アンジェルズに至つている。全長2,200マイルである。

一日に大體350マイル走ることにし、夜は全部 Motel に泊ることにする。Motel と云うのは自動車旅行者が泊る簡易ホテルである。ニュー・メキシコからアリゾナへ行くと、景色は一變して砂漠とサボテンの連続である。

有名なグランド・キャニオンが US 66 ハイウェイから 100 マイル程入ったところなので、一寸見物して行く。素晴らしい景色である。造化の雄大さに深い感動を覚える。カリフォルニアに入ると、椰子の並木に白い家が眼にまばゆい。

ロス・アンジェルスの友人の家に落着いて、船が出る

まで三週間近くの間、パサデナの California Institute of Technology を見學したり、サン・フランシスコ見物やバークレーの California 大學を訪問したりして時を過した。そして 1950 年 11 月 27 日にロスアンジェルスを出るプレジデント・ウィルソン號で、愈々日本への途についたのである。(1951・3・4 寄稿)

製 鐵 技 術 總 覽

昭 和 16 年 7 月 創 刊

月 刊 A 5 判 約 70 頁
定 價 一 ヶ 月 50.—

(創刊號ヨリ在庫アリ)

◁ 内 容 ▷

内外鐵鋼業並附帶工業關係技術文献
抄録及特輯記事
特に最近の海外文献の抄録多數掲載

— 發 行 所 —

八 幡 製 鐵 株 式 會 社 技 術 部

東京都千代田區丸ノ内2の2(丸ビル2階)

電話 丸ノ内(23)1341—1349

振替口座東京 43098番