

# 隨筆 輕合金史 (第16回)

京大教授 工博 西村秀雄

## 研究過程の偶然なる一致

時代の流れといふものは僅かの人の力でどうにもならない。少数のものゝ造つた無理な流れも、やがて大きい流れに添つて流される。研究にも多少その時代の流れがある。一人の考へつたことが、全く獨立して同時に他の人が着手してゐる仕事であることが、少ない。アルミニウムの電解製錬を偶然にも佛國のエルーと同時に、米國でホールが成功した。

筆者も研究の上に屢々同じやうな経験をなめてゐる。既に書いたが大正の末期からアルミニウム—亜鉛—銅系三元合金の状態圖の研究を行つてゐた。それは當時鑄造合金として廣く使用されてゐた。

獨逸式合金または L5 と稱した亜鉛 12%、銅 2%、アルミニウム残分といふ程度の合金の基礎研究であつた。可なり複雑な合金系だつたが、既にアルミニウム—亜鉛側の液相面を大体ヤレス (Jares)<sup>1)</sup> が明かにしてゐたから、それを土台に考へることが出来たのであつた。不完全な點があつたが大正14年の夏、日本鑄業會の講演會でその結果の大要を發表した。その秋になつて英國の金屬學會から講演の別刷を受取り、ハンソン (Hanson) とゲーラー (Gayler) が同じ問題で研究發表を行つてゐるのを發見した。丁度筆者と同様に固態變態を調べて、その断面状態圖を與へたものであつた。しかし筆者と多少見解の差があり、筆者は研究をつづけて昭和元年には水曜會誌に一部發表し、次いで1927年の春、大体纏つたので東北大學に學位論文として提出、その秋に學位を授與された。それは京都帝國大學工學部紀要第5卷第2號に發表した。

## フランス留學の前後

昭和3年2月、加茂丸で歐洲に遊學すること

になつた。工學關係のものが留學といふと、獨逸が英米かといふときに、佛蘭西といふのだから、恐らく遊びに行くやうに考へられた。しかし佛蘭西へ行つて風光を賞美し、美術を見て近代藝術を觀賞し得たのと共に、フランス人のもつ獨創的な仕事について認識を深め、獨逸流の物の考へ方にならなかつたことは、今でも俵せであつたと考へてゐる。

近頃海外から來る雜誌を見ると、矢張り研究面には多くの示唆をフランスのレビニュー・ド・メタルジーから得られる。米國の工業技術の發達は驚異であるが、ラテン系國民のもつ獨創性に注意を怠つてはならないと考へられる。

昭和3~4年頃は第一次歐洲大戰の余波も全く靜まつて平和な時代であつた。血腥い影は全く見られない頃であつた。

## 久恒氏、篠田氏等の研究

當時を願みると筆者の研究室には久恒中陽、篠田軍治兩氏が大學院學生として又松州達夫氏が齋藤大吉教授の助手として研究に従事してゐた。現在では名大、阪大の教授として活躍されてゐるが、孰れもまだ白面の青年であつた。

これ等の人々の仕事について指導的立場にあつた筆者の記憶を辿つて見たい。

久恒中陽氏は大正14年の卒業であつたが、卒業後大學院にて暫く研究の後、一年志願で軍務に服されたが、病氣で暫く入院生活をしたのち歸學したのである。入營までの仕事であつたと思ふが、アルミニウム、珪素合金に及ぼすニツケルの影響についての研究がある。

シルミンが漸く問題となつて來ていたのであつたから、殊に高温性質を知るために行つたもので、アルミニウム側のアルミニウム、珪素、ニツケル系合金の状態圖と高温硬度の測定をし

1) Z, Metallk, 10 (1919) 1.

2) 水曜會誌 4 (大正14年) 1459. 同上 5 (大正15年) 52

たものであつた。その結果として珪素10%或は13%の合金にニッケルを少量加へた合金を弗化ソーダで処理したものが、300°C程度まで硬度が余り低下しないといふ結果を得ている。この研究を終へて入營されたので不充分であつた。恐らく Low-EX のやうなピストン合金の基礎をなしたものであつたと思ふが、同氏入營のため中絶して發展しなかつた。

これと同時に久恒中陽氏と同じ大正14年に卒業した茂又弘貞氏の卒業論文の題目として、アルミニウム珪素合金に及ぼすマグネシウムの影響を調べ、熱処理で硬化することを知つた。が之もシルミン<sup>7</sup>の如き合金に發展すべきであつたが、筆者の外遊でそのまゝになつた。かやうな仕事をしながら工業化まで發展せしめるまでに到らなかつた原因は、一つは海外へ出發したためであつたが、なほ我が國の状況では、國內の研究などは顧みられないで、海外で宣傳せられると始めて問題にするといふ有様であつたから、余りかやうな應用方面に力をそゝぐ氣にもなれなかつた。主として基礎研究に力をそゝいた。これは最近までそんな状態であつた。我が國の工業の進歩が遅れた一つの理由も、こんなところにあつた。

### 諸家のシルミン研究

篠田車治氏は大正15年即ち昭和元年の卒業であつた。京都帝國大學理學部物理教室の吉田卯三郎教授の研究室を経て工學部の大學院に入學齋藤教授の指導で研究することになつた人であつた。

研究の仕事は筆者が受持つたので問題も筆者が考へた。吉田卯三郎教授は専ら金屬を常溫加工したときの組織を X線 で調べていられた。尙當時工學研究所には X線装置が既に購入されてあつたが、しかし透過用を目的とせられたもので、筆者の使用するイオン管があつて、全く研究の目的には使用に耐えないものであつた。

篠田氏が幸ひ X線分析方面を専攻されたのでクリツチ管を購入して、變壓器はそのまゝ、利

用してラウエ寫眞を取り、鑄造材の研究をして貰つた。是は漸く明かになつた加工材の纖維組織と同じやうに、一種の纖維組織が鑄造材にも生じるのでないかと考へて、手始めにシルミンのモディフィケーションの原因を調べることにした。シルミンについては既に書いた。

その後1925年に大谷元太郎<sup>1)</sup>氏、1926年にグワイヤー(Gwyer)<sup>2)</sup>とフィリップ(Philip)<sup>3)</sup>、グロガン(Grogan)<sup>3)</sup>がアルミニウム珪素合金の研究を發表しているが、就中グワイヤーとフィリップはアルミニウム珪素合金系の状態圖の一部を再確認し、且つ共晶點の珪素11.7%と正確に決定している。これは、上記の久恒氏の發表と全く一致している。またナトリウムで處理したときの状態圖をも與へた。

その他米國では Archer と Kemp がナトリウム處理方法を研究し、また獨逸ではチヨユールスキー<sup>5)</sup>が改善された組織の原因を論じたり、可なり發展をして來ているが、X線での組織の研究は殆どなく、ジェフリー<sup>6)</sup>が全く差異を認めないといふ結論を、1923年に與へているのがあるばかりだつた。

篠田氏はナトリウムで處理したアルミニウム珪素系合金の熱分析を行つた。ナトリウム處理をすると初晶の析出に比し著しく共晶點が過冷されて、二段變化を行ふことを知つた。これはグワイヤーなどの結果と一致したものであるが、珪素13%の合金の X線分析の結果、連続的なデバイハル環を示すラウエ寫眞が得られて、普通の鑄造組織と異なることを知つた。また顯微鏡組織に見られる共晶中のアルミニウム樹狀晶が、一種の纖維組織をなすものであることなどを明かにした。

一方シルミンの研究は漸く我が工業界にも注目されるやうになつて、昭和2年の正月から神戸製鋼所でも伊丹榮一郎氏が研究され、筆者はそれ以來同所の研究の手傳をすることになつた當時廣海軍工廠などで問題とされたためであらう。各所でこれが問題となつたものであつた。

しかし伊丹氏の研究結果は公表されないう

1) 金屬の研究 2 (1925) 117    2) Engy: 72 (1926) 458    3) Metal Ind. 29 (1926) 269  
4) A. I. M. E. (1926)    5) Z. Metallk. 19 (1927) 14    6) Chem. Met. Eng. 28 (1923) 105

きたが、我が國の輕合金史を語る上に忘れられない一節であつたと云へる。

### 後藤氏の名著“合金學”

當時の東京帝國大學では漸く航空研究所が設立せられて後藤正治教授が冶金部門を擔當され主としてデュラルミンの研究を、堀口貞雄氏などとともに行ふていられた。それが同所の研究報告として發表されているが、また同氏の著書合金學のアルミニウム合金の部に、そのまゝ記載されている。新しい着目の研究といふことではないが、丹念にデュラルミンの性質に及ぼす各種の影響などを調べたのであつた。デュラルミンの製造に多くの指針を與へた勞作であつた。同教授は獨逸に學ばれてゲーレン(Goeren)に師事された由であるが、その學ばれた熱分析そのまゝを、状態圖の研究のため致々として自ら忠實に利用されて、その結果も唯そのまゝに深められた。新しい仕事の閃きは乏しかつたが、廣い專問の智識と努力の人であつたことは、合金學の著書がよくこれを示している。とにかく昭和の初めは、我が國の輕合金はまだ黎明期を脱しなかつた。

筆者はアルミニウム—亜鉛—銅系合金の状態圖を纏めてから、Y合金の基礎研究の意味でアルミニウム—銅—ツケル系合金の研究を行つた。この合金については既に英國でビンガム(Bingham)とホートン(Haughton)が少しく研究

していたのと、我が國では後藤正治<sup>3)</sup>、三島徳七兩氏の名で發表されたものがあつた。何れも不備なものであつた。外遊を前にして急いで熱分析、顯微鏡組織の研究などをしたのであるが不完全ながら纏めて水曜會誌に發表した<sup>4)</sup>。これはその後多少訂正したが、大体に於て間違ないものであつたと考へている。

### カルチエ ラタンに住む

かやうにして著者は研究室に久恒、篠田氏などを残して佛國へ去つたのであつた。我が國でも漸く航空機の製作が重要視され始めた頃である。三菱からはパリのイスパノ會社の250馬力の發動機の製作の見習に技術者が派遣されていた。250馬力の發動機すら困難であつた時代で、第一次大戰の制裁から、獨逸ではまだ飛行機の製作が許されていなかつた。

この時代に巴里カルチエラタンの客舎にあつて勉學することになつた。昭和3年4月23日附の、巴里に着いて間のない教室宛の通信を読み返してみると、當時の巴里の氣候が思はれるのである。

“五月となるのに、冬の外套を離す譯にもまゝりません。霰が降つたりします。

マロニエの青葉の陰に花は咲く

パリの街路はなをうら寒し”  
なごゝ書いてある。(以下次號)

1) 39 (1928) 271

2) J. I. Metals 29 (1923) 71

3) 日本鑛業會誌 41 (1925)

4) 5 (1928) 616

## 關西輕金屬再生工業 株式會社

本社 大阪市北區北錦町一番地

電話堀川⑥六九一・九六番

工場 大阪府・福岡縣

## 關東輕金屬再生工業 株式會社

本社 東京都板橋區

志村長後町一六〇二

電話赤羽(80) {3210・3211  
3472・3473

# 隨筆 輕合金史 (第17回)

京大教授 工博 西村秀雄

## 鑄物仕事に於ける「勘」

科學の發達によつて人の勘で仕事をしていたものを機械力に、或は計器によつて判断するやうに進歩した。しかし機械とか計器の示す正確さの限度があるため、時には人の勘が物をいふことになる。金屬を取扱ふ場合でも矢張り、この勘に頼る必要がある。殊に鑄物といふものは形が千差萬別である。機械の設計が複雑になる程形のこみ入つたものを造らねばならないから、完全な鑄物にするためには、溶解から鑄込まで注意しても、型の造り方が悪いと御釋迦が出来る。

この不良品が出来ないやうにするのは矢張り勘であつた。これを科學的に解決しようと絶えず努力されているが、御釋迦は絶えない。我が國ではまだ鑄物場の科學管理が不充分である。殊にアルミニウム合金の鑄物ではピンホールと稱する小さな氣泡が全面に出来ることがあつて困つていた。殊に Y 合金が発見されて、それでピストンを造ると金型であつてもピンホールが多く、品物にならないで苦勞した。

このピンホールの生成は溶解のとき湯に吸収されたガスが、凝る際に放出されるためといふことは明であつたが、これを除去する工夫が輕合金の發達とともに大きな研究課題となつた。輕合金史を語る上にこの問題を忘れてはならない。その發達の経過は輕合金史の數頁を占めるものであらう。

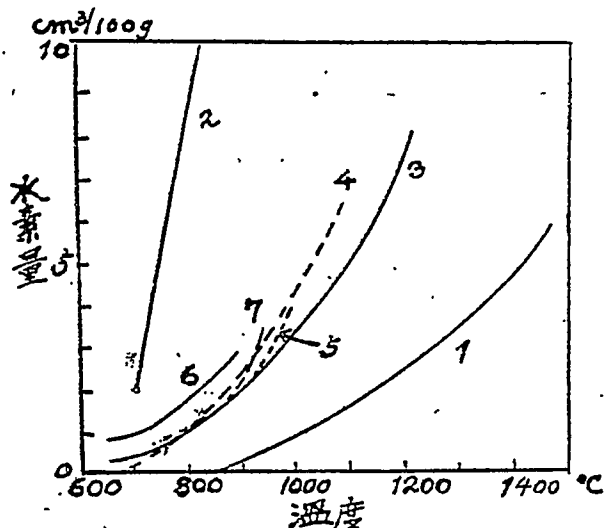
## アルミニウム中のガスに関する研究

アルミニウム中のガスに関しては 1880 年に Dumas<sup>1)</sup> が始めて、900°C で 200g のアルミニウムを溶解して、44cm<sup>3</sup>/100g のガスを抽出した。その方法は不明であるが、兎に角歴史的記録である。その後 Sieverts が一般的に金屬のガス吸収の関係を初めて學術的に取扱つた。こ

れは有名な研究であるから廣く知られている。次いで 1922 年にチヨコラルスキー (Czochralski) は、各種のガス氣流中で熔融したアルミニウムの見かけの比重から、ガスの吸収の多少を測定した。正確な方法ではなかつたが水素は 800°C 以上になると急速に吸収されることを明かにした。この實驗は、科學的であつたとは云へなかつたが、しかしアルミニウムを 800°C 以上の高温に熱しては、ガスの吸収が多く、製品が出来ないといふ論據を與へたものとして意義があつた。

また岩瀬慶三博士は昭和元年 (1926) に、アルミニウムの水素ガス吸収の研究報告を發表された。同氏の研究結果はその後の多くの人々の研究と比較して著しい差異が認められている。實驗誤差か、その原因は明かにされていないが我が國でかゝる問題について發表された最初のものであつた。参考のため第 1 圖に最近までのアルミニウムのガス吸収の測定結果を纏めて示した。これから大体レントゲンの研究が一致した結果を與へているやうである。

第 1 圖



1) Comptes Rendues, 90 (1880) 1027

2) 東北大學理科報告 15 (1926) 581.

- (1) Czochralski (1922)
- (2) 岩瀬慶三 (1925)
- (3) Röntgen & Möller (1934)
- (4) Röntgen & Braun (1935)
- (5) Birnmişow (1935)
- (6) Banhloh & Oesterlen (1936)
- (7) Winterhager (1938)

第 1 表

研究者	抽出温度	全ガス量 cm <sup>3</sup> /g	水素量 cm <sup>3</sup> /100g	年代
デュマ Dumas	900°C	44.75	—	1880
ノイマン Neumann と Steinmetz	窒素気流 中で板の 加熱	—	100	1891
ギイシャル Guichard と Jourdain	550°C	600~280	—	1912
	550°C	1.9~2.9	—	—
	高温	114	—	—
	沃度法	89	—	—
グワイヤー Gwyer	固態	—	4.14	1918
バカン ショー Bircum Shaw	800°C	18.8	15.5	1926
キュー Guiller と Roux	800~ 870°C	27~59	14~18	1927
ヘッセンブルフ Hessenbruch	1200°C	4~17	—	1929
リーベリング Riebeling	808°C	2~9	—	1929
シヨードン Chandron と Villachon	固態	4~34	—	1929
ボイテル Beuther	高温	2~4	—	1940
レーリヒ Röhrig	//	1.82, 0.95	1.42, 0.88	1942
フロマン Sloman	//	0.90, 1.15	0.6, 0.64	1945
エボラル Eboral と Ransley	固態	0.3~1	—	1945

とにかくアルミニウムにガスの吸収されることは明かであるが、アルミニウムに普通に含まれている量がどれ程であるか、その分析を多くの人々が試みた。

序であるから最近に至るまでの多くの人々によつてなされた測定結果の一部を第 1 表に表示した。測定法によつて、また測定者によつて甚しく数値の異ひがあるが、これは未だにアルミニウム中のガスの正確な分析が困難で、多くの

問題を残しているといふことを示している。

## 水素含有の徑路

またこのガスとして含まれるものは水素が主要なものであるが、その含まれる徑路についても考へられている。上述のやうにチヨコラルスキーが直接水素を含むガス気流中で熔解して見て、気泡の多い試料が得られて、水素が吸収されることを實證したのである。が、また獨逸のクラウスとカレネは 1929 年に、アルミニウム中の水素はホールディング爐、熔解爐などの氣流中の水素或は水蒸氣が主なる原因をなして含まれる。殊に大氣中の湿度の影響することが多い。また装入物中の濕氣、殊に濕氣とか水分で腐蝕した屑金などを熔解するときは、氣泡の多い鑄塊が得られる。また熔解爐の裏張、坩堝の状態なども關係があることを指摘した。

また添加する合金元素によつても水素の吸収に影響があるといふことを、クラウスが述べているが、就中注意すべきことは 1928 年、佛蘭西のシヌール (Sulu) 以來、ナトリウムで處理された合金は水素の含有が多くなる傾向がある、といふことを云はれている。これは電解槽から直接のアルミニウムが、ナトリウムを多く含んでいるから、之を除去することがホールディング爐の操作上必要なものであることと關聯して、注意すべき問題であらう。

## ガス抜き法の先鞭

この他ガスとしては酸素とか窒素とかも考へねばならないが、氣泡の大きい原因が水素であることは一致した意見であつた。ピンホールのない鑄物を造るため、水素の除去には如何なる方法を採用すべきか、が問題であつた。

この問題に第一に注目したのは英國のローゼンハイン (Rosenhain) 一派の人々であつた。1925 年にアーチバット (Archbutt) が英國金屬學會に發表したのは再熔解法と稱すべきものであつた。水素のやうなガスは、凝固のときに大半が放出されるから、熔解した後、爐内で、徐

1) Z. Metallk, 21 (1929) 268

2) Chimie et Industrie, (1928) 392.

3) J. Inst, Metals 33 (1925) 227.

々に冷却せしめてガスを充分に放出せしめる。凝固してから餘り冷却しない間に、ガスの吸収しないやうに、再び急速にその鑄込温度まで加熱してから、鑄造するといふのである。この方法は坩堝熔解には適用出来るが、反射爐で多量に取扱ふやうな場合には實行出来兼ねるため、廣く應用されなかつた。次に考へられたのはアルミニウムに吸収されないガスで水素を追い出すといふことであつた。

### タリスの鹽素瓦斯法と日本

それは1928年にタリス (Tullis) が矢張英國の金屬學會誌に發表したものである。これは鹽素ガスを熔解アルミニウム或は合金に通じてブクブクと泡立たせしめると、水素が追ひ出されるといふことを知つた。この方法は我が國で専ら採用されて現在に至つてゐるが、歐洲のやうな乾燥した大氣のところでは殆ど利用されてゐないらしい。全く我が國のために考へられたといふてよいものであつた。

これと同様の考へであつたが Archbutt は窒素を利用した、が餘り好結果を得られなかつたといふ報告をしている。なほ水素の除去に揮發性の化合物の利用が考へられた。

筆者は1928年から1929年に亘り、主として佛國の巴里で過したが、當時この瓦斯の除去の問題が論じられていたのを注意していた。既に鹽素ガスが有効であることが明であるなら、鹽素を發生するやうな化合物を利用することも一策であらうと、想像していたが、海外では思ふやうに實驗が出来ないから、揮發性鹽化物のことについて内地へ手紙を出したのを覚えている。當時英國ではシンドル合金 (Cindal) と稱されるものが廣告されていた。この合金は三鹽化硼素を通じて硼素を加へたアルミニウム合金であつた。要するにこれも揮發性化合物を利用したものであつた。目的は硼素の利用であつたが同時にガスの除去も出来たものであらう。このことは1930年に發表されているが、Tullis の鹽素處理に關聯して考へられたものではないかと想つている。何れにしてもシンドル合金は實用は

されなかつた。

### 著者の歸朝と研究の工業化

揮發性化合物のガス除去に關する考を抱いて筆者は1930年即ち昭和5年の3月米國を經由して歸朝した。早速文献を調べて見た。SiCl<sub>4</sub>がBCl<sub>3</sub>のやうに揮發性であり、また硅素がアルミニウム合金に少量含まれても有害でないから、早速神戸製鋼所の研究課の主任であつた伊丹榮一郎氏に話して、當時問題になつてゐたY合金に應用して貰つた。それまでピンホールの生成に困つてゐたY合金の鑄物が、全く完全にピンホールのない緻密なものとなつて、克服されたのであつた。直に特許を出願して貰つた。同年の6月頃であつたかと記憶している。

しかるに人間の着目する點は余り差異のあるものでなく、同年7月頃であつた。英國の金屬學會の別刷が到着したのを見ると、Rosenhain, Grogan 及び Schafield の名でピンホール除去に四鹽化チタンの利用が報告されていた。その中に四鹽化硅素のことも僅かに記述されてある全く偶然の一致であつた。別刷の受付日から見て、また實驗の程度からも、英國でも急いで發表されたものらしい。

伊丹榮一郎氏が翌昭和6年の“鐵と鋼”に各種の鹽化物を以てアルミニウム合金を處理した研究報告を發表されたのは、その後の研究を纏めたものであつた。佛國に滞在中に考へついたことから、かく伊丹氏の研究にまで發展したのである。

### 寒いパリ

1929年の冬は寒く、巴里では零下15度位にまでなつた。宿のステームでは室が充分に暖まらない。寒さで眠れない夜が幾晩が續いた、ボンマルセの百貨店で毛布を求めて漸く凌いだのであつた。終戦後、冬はストーブのない室で炭火で暖をとりながら原稿を書くやうになつたが、の寒さは、温度はそれ程低くはないが、底冷え京都で一層甚しいやうに感じる。とにかく巴里では寒い冬であつた。(以下次號)

1) J. Inst. Metals, 40 (1928) 55

2) Metal Industry, 36 (1930) 151

京大教授 工博 西村秀雄

第一次大戦後の競争市場

人々には運とかチャンスとかいふものが何時もつきまといふものらしい。科學が進歩し、社會の組織が改變されても明日を豫知し得ない。時には思はぬことに遭遇して喜んだり悲しんだりするものであると云へよう。一介の留學生として巴里に滞在したことが、輕金屬界に投げた波紋の跡を顧みると、チャンスといふことが如何に働くものか、不思議に感じられる。

話がもとに戻るが1929年頃は平和な時代であつたから、一方戦争のやうな物資の亂費がなく他方に生産は漸次増して来る。物資が餘り價格は低く、所謂不景氣時代に這入りつゝあつた。アルミニウム地金も廉く、噸當り僅かに600圓といふやうな有様であつた。アルミニウムを生産していた國々では東洋市場、殊に日本にその販路を求め、或は擴張しやうとし、その烈しい競争は價格面にあらはれていた。

パリへ来た日本アルミの一行

在佛當時の筆者の巴里の下宿に、内地から日本アルミニウム製造所の社長高木清氏一行が行かれるから、宜しく頼むといふ通知を受けた。高木清氏とは既に面識の間であり、また何か出来ることなら御世話しやうと考へた。しかし留學生の身分では市街見物の案内程度しか出来ない。これは三菱商事に頼むべきであると考へて當時の支店長の服部一郎氏に話した。同氏は中學の先輩であり、立派な紳士で、しかも稀に見る人格者であるから信頼し得た。早速同支店に行きその話をした。始めは多少逡巡していられた點もあつたが、兎に角面談して貰うことになつた。同年3月、一行が巴里に到着された。滞在中に契約が出来て日本アルミニウム製造所でアルミニウム・フランセから三菱商事を通じて

アルミニウムを買ふやうになつた。その間の詳細のことは筆者の關するところではなかつたがアルコア、アルキヤンなどとも競争が始まり、價格も益々低くなつたやうであつた。昭和4年には我が國は、アルミニウム地金1萬噸を超えて輸入し、如何に競争が激化していたかを偲ばせるものがあつた。

現在日本アルミニウム製造所は日本アルミニウム工業株式會社として益々發展しつゝあるが會社が戦時中三菱鑛業株式會社と提携されたのも、上記のやうな關係がもとであつた。

アルミニウム・カルテルへの波紋

無力なものが唯何の目的もなく仲介の勞をとつたといふことのみであつた。何ういふ目標を以て話したのでもない。知人が巴里に來られるのだからといふ軽い意味で話したことが、斯く發展したのであつた。全く偶然のことである。服部一郎氏が支店長であつたことも、高木氏一行が巴里に來られたことも總てが何かの因縁であつた。しかし世界のアルミニウム販賣戰線がその後になつて歐米の大カルテルを形成し、アルキヤン系のアルミニウム・ユニオンが總代理店として、多年日本市場に歐米地金の一手販賣を行ふやうになつた事を憶ふと、その大きい波亂を起した波の中に、小さいながら、波紋を投じたことになつた譯で、まことに夢のやうに考へられる。

1929年の夏はスイスで暮した。秋になり、英國の金屬學會の大會が獨逸のデュセルドルフで開かれることになつた。よい機會であつたから丁度アーヘンに留學中の宇野傳三氏を誘つて、大會に出席することにした。

この時の講演の論文は既に前刷で内容を知つていたが、特に注意すべきものはなかつた。宇野氏はアーヘンの工科大學の冶金教室の助手で

1) 平川喜四郎氏と共に一行四人であつた

2) 服部一郎氏は後に三菱商事の社長となつた

3) 基礎版アルミニウム年鑑 (昭和12年) 683

あつたハース (Haas) の指導で、同氏の考案になる膨脹計によつて膨脹變化を測定して、時効現象を調べていられたが、その示差膨脹計のことを、ハース氏はこの大會で講演した。

### 膨脹計……ハースと宇野傅三氏

Haas はその膨脹計については既に 1928 年に発表しているが、同氏によるとこれは佛國のシェブナール (Chevenard) の示差膨脹計に示唆を得たものと云つてゐるが、1929 年には Hecker と共にデュラルミンその他アルミニウム合金に關した實驗を行ひ、報告をしている。

序にそれまでの時効性アルミニウム合金の膨脹變化についての研究を調べて見ると、既述のやうに宇野清兵衛氏は銅或は  $Mg_2Si$  を含むアルミニウム合金を焼入して、焼戻したときの加熱膨脹變化を測定した。直接法によつたため析出に基づく異常變化が餘り顯著には示されなかつた。同様の研究が杉浦彌三氏も行つてゐるが結論的なものは與へられてゐない。

その後 Chevenard がアルミニウムを比較片として銅 4.8% 或は  $Mg_2Si$  を 1.5% を含む合金を、焼入してから焼戻したときの示差膨脹曲線を求めている。同様のことを Haas と Hecker がくりかへしたに過ぎなかつた。

これ等の加熱曲線の變化を見ると、加熱の速度が速過ぎるためか、或は装置の示す正確さが餘り高くないためか、筆者がその後に測定したものと比較して、異常變化が明確に示されていない。とにかく宇野氏は學會で行を共にしたとき、この膨脹曲線の解釋については、切に論じてやまなかつた。

現在我が國で宇野氏膨脹計として使用されているものは、Haas 式を多少改良されたものである。

とにかく宇野氏はその研究論文で同大學から學位を得られた。氏は負けん氣の努力型の人で海外にあつて不自由な中を、短時日によく、かくまで勉強せられた。病氣を知らぬ頑健な體質の人であつたが、高血壓のため比較的早く逝か

れたのは惜しい。

### ドイツ 20 年前のロール設備

話は別になるが輕合金の發達に忘れられないのは、加工機械の進歩である。その頃が發達の初期であつた。この金屬學會の大會の工場見學に、エツセンからベルリンまで足を伸ばした。序に獨逸の工場を見學して歸つた。我が國の工場では未だに舊態依然たるところが多いが、既に四段ロールが多段ロールが實用の域に達していた。元來多段ロールは 1900 年頃からスイスで既に時計のゼンマイ銅帶の壓延に利用されていたものであつたが、完全なものでなかつた。それをデュセルドルフのアウグスト・シュミツ會社 (Walzmaschinen fabrik August Schmitz) で研究して、1914 年に完成したが、第一次大戰のために實用に供されるに至らなかつた。この頃となり、漸く四段ロールと共に製作して販賣するやうになつてゐた。

四段ロールは米國にて發達して、獨逸でも漸くその製作に成功するに至つたものであつた。我が國では當時古河系の日本伸銅所などに小型の四段ロールが輸入されたに過ぎなかつた。

また押出機 (Extrusion Press) が伸銅工業で棒、型材の製造に用いられて來ていたが、管の素管の押出しが端著についた頃で、我が國ではまだベンチで引抜いてゐた黃銅管を、既に歐洲では押出していたのである。金屬學會の工場見學のうちエベルスワルデ (Eberswalde) のヒルシュ・クツパー (Hirsch-kupfer) の工場は新設されたものであつて、銅、黃銅を低周波誘導電氣爐を以て熔解し、水冷式の型に鑄込み加熱、焼鈍は電熱爐で、しかも帶板は連続式に加熱していた我が國とは比較にならぬ進歩したものであつた。當時の工場の詳細は Metal Industry の 35 (1929) 341 に發表されているが、この程度の工場すら、現在の我が國に未だない有様である。

かやうな加工工場設備の進歩がその後の輕合金の發展に大きな役割を果たしたものである。

(11 頁へ續く)

1) Z Metallk, 20 (1928) 283.

2) 同上 2L (1929) 166.

3) 個人出版 (大正 14 年)

4) Haas はその後 Lütawerk の技師となり、次いで Aluminium Zentral で活躍したと聞いている。



ひを得ないだらう。一番娘の嫁入りは營口マグネシウム工場で、一度滿輕に合併して滿洲輕金屬の營口工場となつたが、再び分離して親會社と同一レベルに並んだのだが、これが筆者の云ふ一番娘の嫁入りである。このときは算筭、鏡合、ミシン、ピアノ及び台所道具等をそつくり持参した上に、親の臍くり金まで縞の財布からせびり出したから親はかんかんになつてゐる。

### 三代目滿輕理事長

二番娘が輕合金で、移管機器に就いてとやかに云ひ出した。理窟を云へば輕合金課が生れたときから特別會計になつてゐて、購入機器の代金立替は滿輕でやるが、全部が輕合金の負擔になつてゐるのだから干涉を受ける必要はないのである。話は前後するが吉野俊次氏の後を承けた終戦前後の三代目理事長は世良正一氏であつて、農科出身の農藝化學者である。同氏が犬芝居を打つて、滿業理事から滿輕理事長に就任して來て、蟹は甲羅に似た穴を掘る型の仕事振りを行つたのである。滿輕に來る迄の行動は奇々怪々、正に家康式の方法を採つたのである。

このことに就いては稿を改めて述べる積りである。取りまき連の阿諛追従、見るものをして慄然たらしむるものがあつた。この取りまき連が、昔のことも知らずに移管機器に就いて、とやかに云ふから怒髪天をつき、當時のことを考へると實に不愉快そのものであつた。時を同じうして營口工場からの分離組も、機器の問題でゴタゴタを起してゐる。(以下次號)

(3頁より續く)

現在ではもつと完備した工場が、米國では出來てゐるであらうから、我が國の金屬加工業は随分と遅れたものとなつた。

### 陸海軍の人々、杉浦稠三氏

かやうな留學中の思い出を書くことは餘り身邊雜記となつて、輕合金史の本筋とは離れるかもしれないが、それも多少の關聯があることのみを誌しているから許して欲しい。

また當時巴里に滞在していた人で、我が國の輕合金史を語る上に、大なり少なり關係した人々の名前をも、書き残して置きたい。

海軍の監督官として花島孝一氏、當時は中佐であつた。同氏の跡に長野健輔氏が來られた。何れもその後海軍の航空廠の材料部長を勤めた人である。

陸軍では木村弘人氏が監督官であつた。同氏は餘り輕合金とは縁がなかつたやうに考へられるが、しかし同氏と共に1928年の5月、伊太利のミラノのフィヤットの工場に行つて、エレクトロンの鑄造工場を見ているから、矢張關係がない譯ではない。陸軍の留學生として由村眞武氏が來巴された、筆者の紹介でマンセルパトワールで、クルノー氏の下で實驗をされた。

長野健輔氏の御世話で杉浦稠三氏と共にクルノーの見學をした話など書き出すと、切が無いから、思出話はこれ位にして置きたい。

(以下次號)

アルミニウム再生精練  
アルミニウム器物製造  
アルマイト

櫻富士印



株式會社

大紀アルミニウム工業所

大阪市浪速區馬淵町二三  
電話天下茶屋三二二八番

輕金屬板製品



株式會社

石田アルミニウム製作所

大阪市東淀川區山口町六七六番地  
電話豊崎(37)二七三七番

京大教授 工博 西村秀雄

## ベリリウム創製の経路

アルミニウムは酸化するとアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) となる。このアルミナの結晶がルビーであり、サファイヤであつて、寶石として珍重される。しかしアルミニウムの金属となると大衆の必需品に變る。かやうな寶石としての價值しか考へられなかつた礦物が、一方では形が變ると工業價值を生じるものであることは、科學の進歩の御蔭である。

エメラルドとかアクワマリンといふ寶石はベリルといふ礦物と同じもので、緑色の透明なものであるが、ベリルには無色透明な、寶石としては無價値な礦物が、多く産出する。ベリルは  $3\text{BeO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $6\text{SiO}_2$  で示されるやうな化學成分のものである。ベリリウムといふ元素が含まれているため、ベリルと稱するのである。この元素は夙く1798年に佛國のボクラン (Vauquelin) によつて發見され、グルシニウム (Glucium) と名づけられた。現在なおフランスではグルシニウムといふている。ベリリウムといふ名はウエラー (Wöhler) が1828年、始めて金属ベリリウムを、鹽化物をカリで還元して得たときに名付けたものである。

しかしこの元素の金属としての利用は、その後試みられることなく過ぎたのであるが、1919年にテルミット法の創始者として有名なゴールドシュミット (Hans Goldschmidt) が、「我々は科學技術的な仕事を共同でしやうではないか、その費用は自分が引受ける」といふことからアルフレド・シュトック (Alfred Stock) が、ベリリウムの工業的な製鍊を研究し始めたのであつた。近代工業は獨りの天才のみでは發達するものではない。多くの協力を要するといふことを證明した。

その後その研究はジーマンス・ハルスケの研

究所でエンゲルハルト (Engelhardt) とイリヒ (Illig) の指導で行はれるやうになり、1927年にはベリリウム塩の電解製鍊に成功して、イリヒの名で獨逸の應用化學雜誌に發表するに至つた。

1928年にイリヒはまた米國でも發表し、次いで1929年ベリリウムに関するジーマンス・コンチエルの研究報告が刊行されて、世界にベリリウムなる金属が、一躍金属界の注目の的となるに至つた。ウエラーから約100年を経たのである。この間の消息はジーマンスの報告を見て欲しい。

## 輕金属ベリリウム

ベリリウムは比重が1.87で、マグネシウムよりはやく重い、アルミニウムよりは約1だけ軽い。白色六方晶の金属であるが、常溫では脆く、加工は出来ないから、ベリリウムとしての用途は殆どなく、合金としてのみ用途が開拓された。ジーマンスでは合金の研究に全力が注がれている。マーシング (Masing) によると銅に約2.5%ベリリウムを加へた合金は、 $800^\circ\text{C}$ で焼入して $350^\circ\text{C}$ で焼戻すると、ブリネル硬度が400に近くなつて、銅合金としては從來知られたもののうちで最高の硬度が得られることが明らかになつた。この現象が知られて以來、ベリリウム青銅が工業材料として使用されることになつたのである。

またマーシングはベリリウムを含むアルミニウム合金にも研究を及ぼしているが、しかしベリリウムを含むために特に性質が改善されるやうなことはないため、ベリリウムが輕合金に利用されることはなく、今日に及んでゐる。

## アルコアの含ベリリウム輕合金

しかし當時は各國とも、ベリリウムといふも

1) Z, Angew, Chem 40 (1927) 1160 2) Wissenschaft liche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern, VII. I.

のが研究の対照となつたことに間違いはなく、米國でもアルコアの會社から、アーチャー、フイックの名でマグネシウム0.5%以下、珪素1%以下、ベリリウム0.025%以上を含むアルミニウム合金の特許を、1929年に得ているから、アルミニウム合金にベリリウムの利用を考へていたものと想像される。

現在、ベリリウムはベリリウム青銅として各種の方面に使用されているが、輕合金としては僅かに當時問題となつたに過ぎなかつたが、しかし輕合金史の一頁に、是非書き残すべきものではあつた。

既述のやうに1929年の秋、筆者は英國の金屬學會の見學旅行に参加し、ベルリンを訪れてジーマンスの研究所を見學した。マーシングの案内でベリリウムの熔融電解の設備を見ることが出来た。ジーマンスの報告に記載されている通りのもので、これも思い出の種となつた。

我が國でベリリウムが問題となつたのはそれよりかなり遅れた。ベリリウム青銅が米國で、飛行機の可變ピッチのプロペラのブシュとして用いていることから、問題となつたものであつた。これも今は昔話となつた。

とにかく思い出深い歐洲の空をあとにして、昭和5年(1930)の始め米國に渡り、同3月宇野傳三君と同じ船で桑港から歸つた。また國內にあつて研究生活が始まつた。世の中は所謂不景氣に襲はれて、各産業とも不振のどん底に陥りつゝあつた。

### 1930年頃の國際アルミ需給状態

當時我が國はアルミニウムの生産は全くなかつたが、器物工場のみは盛んに操業を續けていた。このため我が國はアルミニウム地金を賣り込むべき絶好の市場であつた。各國から地金の輸入の競争が始まつた。

こゝで當時のアルミニウム地金の生産状況を1930年のミネラル・インダスリーによつて調べて見ると、米國では下表に示すやうに約11萬ト

ンの生産をしている。同國は輸出が1萬トン弱であつて、他方に輸入があり、結局は國內需要が生産量以上であつた。しかし第2番の生産國のカナダはその生産額の大半を輸出して居り、米國は當時アルコアの一社獨占(カナダもその分身アルキヤンの獨占)であつた。

佛國は30,000噸、獨逸は25,000噸、英國が16,000噸、イタリー8,000噸、ノルウェー23,000噸、スイス19,000噸といふ程度で、現在と比較すると、多いとは云ひ兼ねるのであるが、飛行機の生産が、現在とは問題にならぬほど少なかつた時代であるから、このアルミニウムの生産でも、經濟界の不況につれて、販路の擴張が國際的に問題となつた。

そのため我が國で用いる1萬噸のアルミニウム地金に對し賣込むべく、各國が鎊を削つて競争した。自國內の價格を割つて1噸600圓近くまで引下げた。

1928~1930年米國アルミニウム生産及輸出入表

年代	新地金 (米トン)	※二次地金 (米トン)	輸入	輸出
1928	105,000	47,800	19,022	8,366
1929	112,500	48,400	24,258	9,749
1930	114,520	38,600	12,319	9,597

### 外誌、日本のアルミ國産計畫を報ず

これが契機となつてアルミニウム・ユニオンが生れ、我が市場はその傘下にはいつた。これの反動としてスクラップの輸入が盛んになつてスクラップ・ラッシュといふべき時代が生じたのは翌6年であつた。

當時のミネラル・インダスリーを見ると、我が國の商工省が陸海軍とともにアルミニウムの製鍊を計畫したとか、三井、三菱、住友、古河が合同で製鍊の5ヶ年計畫を樹てたとかいふ記事があつて、我が國でも漸くアルミニウムの生産といふことが、朝野の注目するところとなつたものらしい。かゝる時代に金物時代(本誌、輕金屬時代の初名)が誕生した。輕金屬時代も

※表中二次地金は再生塊のこと。米國ではセカンダリー・アルミニウムと稱した。米國では屑金の處理が盛んになりつつあつた頃で、アンダーソン(Anderson)は1929年に、米國のメタル・インダストリー誌上にその處理について書いてゐる。再生塊の處理が世の注目するところとなつたためであらう。

20年になるかと思ふと、その間に戦争といふ苦難の時代を突破して、よく發展して來たものと思つている。

さて内地に歸つて見ると、不況とは云へ、現在とは比較にならぬ靜かな世の中であつた。輕合金史として語るべきこと、特筆すべきことは少なかつた。

### 腐蝕の研究興る、アルクラッド

試みに文献を繰つて見ると、輕合金に關する腐蝕の研究が多く目につくのである。恐らくデュラルミンなどの使用が盛になるにつれ、腐蝕が目立つて來るから、それが問題となり、研究の發表を見るやうになつたものであろう。

既に輕合金の腐蝕と關連して、腐蝕試験法がいろいろ論議されていた。殊に海水の腐蝕が問題となつたから海水の噴霧試験とか、繰返し乾濕試験とかが論じられていた。

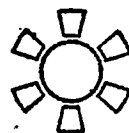
とにかく腐蝕に關しては腐蝕現象の研究、腐

蝕試験の検討とともに、防蝕法が問題となつて來た。元來アルミニウム自体についての腐蝕は食器類などに使用されるため、1912年頃から研究されたものであるが、デュラルミンに對してはメリカ、ワルテンベルグとフインが1919年に發表したものが最初であつた。デュラルミンなどの合金の腐蝕に關しては1925年から1930年にかけて多くの實驗がなされた。餘りに煩わしいから文献をあげることは避けるが、特筆すべきことは1927年にデイクス(Dix)が、アルクラッド(Alclad)について發表したことである。アルミニウムは純度が高い程腐蝕し難いから、デュラルミンを純度の高いアルミニウムで被覆して、防蝕するやうにした。このためデュラルミンの強度は多少低くなるが、防蝕の効果があつたことを知つた。これが發展して現在のやうなS.D.Cにまで發展したのである。

(以下次號)

1) Bureau of Standard. Tech, Pap No. 132

輕金屬板壓延



日本壓延工業株式會社

伊丹市南本町六丁目三〇番地  
電話 伊丹七〇七番

アルミニウム板壓延

天野産業株式會社

本社 大阪市西淀川区姫島町一五〇番地  
電話 淀川一二五五一一二五八番  
伏見工場 京都市伏見區葎島矢倉町一  
電話 伏見五五五番

日本輕金屬株式會社代理店

アルミニウム・非鐵金屬・カーバイト



株式會社 大信洋行

大阪市西區江戸堀上通一丁目一番地  
電話 土佐堀④三三三三・三三三三・三三三三番  
東京支店 東京都中央區京橋二丁目八番地  
電話 京橋(56)四七三三九番  
工場 東京都大田區西六郷二丁目三三番地

京大教授 工博 西村秀雄

人生は重荷を負うて遠い路を行くやうなものだといふ。人生航路は、とにかく平坦な路ではない、平和な理想境を天に描き極樂を想いつゝ人は戦の歴史を繰返している。戦争は生死をかけての行動であるため、勝つためあらゆる手段を講じて優秀な武器を造らうとする。科學はそのため著しい進歩をするが、かなしい進歩である。それによつて人々は決して幸福になつたとは考へられない。しかし今迄戦争が科學の進歩を推進せしめて來たのは事實であつた。原子力の利用も今度の戦争がなかつたなら、斯く早く成功していなかつたであらう。

### ゼフリースの超デュラルミン

金屬の世界にも第一次世界大戦が契期となつて、特殊鋼とデュラルミンなどの輕合金が發達した。これが第二次の大戦に花々しい發展を遂げた。輕合金ではデュラルミンから超デュラルミン、超々デュラルミンへと進展して來た。いづれこの發展への歴史を、これから述べることになるが、超デュラルミン即ちスパー・デュラルミンといふ名稱は、何時頃から使はれ出したかといふと、1927年まで、さかのぼるのである。

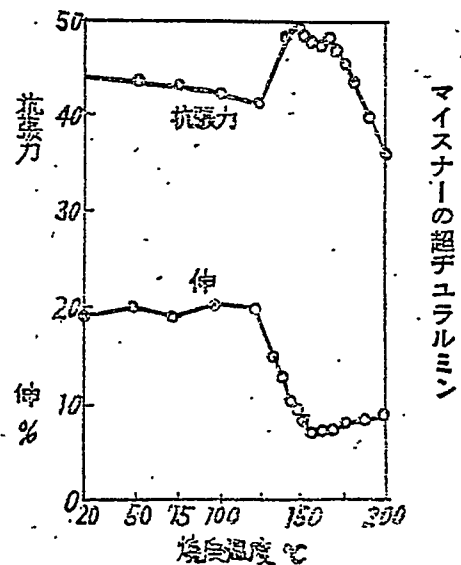
米國の機械技術者協會 (American Society of Mechanical Engineers) の、クリーブランドの講演會で Z. Jeffries が、抗張力 38~44 kg/mm<sup>2</sup> の強力なアルミニウム合金が出来るが、これを超デュラルミンといふ名稱で發表した。その簡單なる記事がアイアン・エージ誌上に記載されている。この報告には正確なる研究資料を示されていないから、その合金がどんなものであつたか不明であるが、Jeffries はここに、將來アルミニウム合金がどう進むべきかの示唆を與へたものと云へやう。

この後、實際に超デュラルミンといふ名稱で研究結果を發表したのは、獨逸のマイスナー (Meissner) であつた。1930年の英國の金屬學會で發表しているから、それまでに研究を進めていたものであらう。

同氏の論文は、これを讀んだ人は多いかと思ふが、超デュラルミンの歴史を語るために是非とも知らねばならないものであるから、その大要を述べる。

### マイスナーの超デュラルミン

同氏の超デュラルミンは Cu 4%、Mg 0.5% Si 0.8%、Mn 0.5%、Al 殘分といふ合金であつた。デュラルミンと比較して珪素が多く、0.8%を含んだものである。この合金の板材について、焼入焼戻をする、第一圖に示すやうに抗張力 50 kg/mm<sup>2</sup> 近くなることを明かにした。この結果、超デュラルミンと稱する合金は Cu 4%、Mg 0.9%、Mn 0.5%、Si 0.8~1.2% 程度の合金を指すことになつた。しかしこの合金のやうに焼入れ、焼戻しすることは不便である許りで



1) Iron Age 119 (1927), 704

2) 獨逸の Dürchner metallwerke の主任技術者であつた

3) J. Inst. Metals 35 (1931) 187

なく、伸が少い缺點もあつて、これは研究發表にのみ終り、實用化されなかつた。

Meissner は多分  $\text{CuAl}_2$  と  $\text{Mg}_2\text{Si}$  の析出を組合せると、よく時効硬化をすると考へて、かやうな成分の合金を選んだのではないかと想像するが、是は當時の考へとしては、無理ではなかつた。デュラルミンの時効硬化が  $\text{CuAl}_2$  と  $\text{Mg}_2\text{Si}$  の析出に基づくものと、一般に信じられていた頃であつたから、かやうな方向に進んだのであつたと云へよう。若し常温時効をする合金を目標にしたなら、もつと變つた方向に進んだかもしれない。

兎に角超デュラルミンと稱した合金が實際に研究されて來たのはこの頃からであつた。

### 經濟不況と再生アルミ

こゝでまた世の中の情勢を繰返し書かなければならない。社會狀勢が科學の進展にまで影響するやうに、時代の波はその時代に關聯して科學の動く方向を指示する。

近頃のやうに、世の中が不況時代となると昭和6~7年の頃の不景氣が比較の對照となる。が思ひ出すと1931~1932年といへば、漸く獨逸ではナチスの擡頭を見て、ヒットラーの名を耳にするやうになつた頃である。昭和2~3年頃からの不景氣は益々深刻となつて生産過剩は物價の下落を起し、街には物資が氾濫した。

この經濟界の行きつまりを打開するための動きが獨逸に於いてはナチスの世界に導き、東洋では滿洲事變の突發になつたのであらう。大衆はかゝる裏面の動向は知る由もなく、不景氣をかこつたのであつた。しかしアルミニウム業界では昭和5年の地金販賣價格の競争時代から、昭和6年のアライアンス統制時代となつて我が國では亞細亞アルミが、その一手販賣をするやうになり、同時にスクラップの輸入が増大して再製アルミの全盛時代が來た。

アルミニウム屑の再製、所謂セコンダリー・アルミニウムの製造は、當時米國で勿論工業化せられていた。1931年にアンダーソン (R. J. Anderson) がセカンダリー・アルミニウムといふ單行本を出版している。これがその間の消息

を物語るもので、これには詳細に屑金のことから、その處理法まで記述してあるから、當時再製アルミニウム業者の、よい參考となつたのであつた。

### サットンとベンゴの腐蝕質疑

一方、輕合金の研究は特筆する程花々しくはなかつたが、着々と進められていた。既に書いたやうに海水による腐蝕に關しても注意を拂はれていた。マイスナーは先に發表した超デュラルミンについても腐蝕現象を調べて、1931年、矢張英國の金屬學會誌に發表している。500°C で20分加熱焼入し、常温で少くとも5日間時効後50~200°C で熱戻した材料について、北海の海水にて腐蝕せしめ、機械性質の變化と腐蝕狀況を調べているが、125~140°C で粒界腐蝕が生じて著しく性質が悪くなることを知つた。

この論文の討論に、陽極酸化皮膜で名を知られているサットン (H. Sutton) が述べている言葉は興味がある。

超デュラルミンは強力合金で結構だが、腐蝕の點から早く悪くなるのは驚くべきで、また160°C 前後の狭い温度範圍で焼戻しするとよいといふことは、實際には困難を伴ひはしないかまた温度が少しでも高くなると、伸が少くなる恐れがある、更に粒界腐蝕は初期の粒界か、再結晶後の粒界か、といふ質問をしている。

エバンス (Evans) ベンゴ (Bengough) など腐蝕に關する大家が質問に立つてゐることは腐蝕が問題になつてゐたことを思はせる。これに對してマイスナーの返答は餘り明確ではない。ベンゴの粒界腐蝕に對する防止法は、その返答をなすまでに至つてないと逃げている。

とにかくマイスナーの超デュラルミンは缺點が多く、實用化されなかつた原因が、かゝる所に胚胎していた。

### 學術的發表なく生れたR.R合金

超デュラルミンとは別に、R.R合金のことに觸れなければならない。

アルミニウム及其合金の瓦斯の除去について囊に述べたとき、四鹽化チタンを用いるとガ

スが除去されることを述べた。この四鹽化チタンはアルミニウムと作用し、分解してチタンはアルミニウムの中に溶解して来る。この少量のチタンが鑄造材の結晶を微細にすることが判明した。チタンの結晶の微細化に注目して研究の結果、造られたものが R. R 合金であつた。

英國の有名な自動車會社のロルス・ロイス會社で造られたため R. R 合金と云はれた。またヒジミニウム(Hiduminium)とも稱している。

この合金の學術的な發表はなく、1930年に自動車工業雜誌(Automotive Industry, 62 (1930) 697)などにその性能、成分、用途が書かれて廣く知られるやうになつたものである。鑄造材加工材、種々の種類があり、何れも少量のチタンを含んでいることが特徴である。

この合金は現在でも英國では使用されているが、その他の國では餘り使用されていない。我が國ではその特許を、その後某社が獲得して、實用化せんとした話も聞いたが、一般に採用されることなく過ぎたものである。

R. R 合金のうち、ピストン用に供せられる R. R 53 については Y 合金と比較して興味があり、いろいろと特色もあつて注目すべき合金と考へるが、我が國では、業者以外殆ど研究もされなかつたものであつた。

## チタンのアルミニウムへの影響

Y 合金を始めとしてピストン合金の優秀な材料が英國で生れたのは、英國のもつ傳統の力といふか、底力のある國民性には感心をする。

序であるから、チタンのアルミニウムに及ぼす影響に關しての研究を述べねばならない。レーリヒ(Röhrig)はチタンが0.01%でも加はると鑄造材の結晶を微細にし、柱狀晶の發達を防ぐ。若し0.1~0.2%も含まれると再結晶後の結晶粒も細かく、再結晶溫度を50°Cも高くすることを云ふている。

フイック(Fink)其他の人々によつて高純度アルミニウムを用いた Al-Ti 系合金の状態圖の研究も1931年に米國で發表された。

かゝるチタンのアルミニウムに對する研究が相ついで發表されたのは、R. R 合金などの發表に刺戟され、基礎研究をした結果であつたと考へられる。

チタンは少量固溶するため電導率を低下せしめるから、電線には含まれないことが望ましいが、合金としては別段差支なきものであるが、これ等に關しては、また記述するであらう。

(以下次號)

1) Metallwirtschaft 10 (1931) 105

2) A. I. M. E. M. D (1931) 421

アルミニウム再生精鍊

脱酸用各種再生塊

D. K. 印

大好アルミニウム工業

株式會社

大阪市生野區鶴橋北之町三ノ二一八

電話天王寺 ㊦ 3467・3351

愈々出て 愈々良し!!

小林木材研究室の成果。耐熱湯性、塗料を完成し塗膜は絶對はげません、木部は特殊化工を施し絶對割れません、ネジは新案登録の全金屬製で絶對はずれません。耐久無限(價格低廉)光澤優美御愛用の程を希上ます。

鍋、湯沸等ツマミ類、水管栓、乳沸、飯蒸搥柄、水杓柄等金物  
附屬木製品全般製作

小林木材産業合名會社

大阪市阿倍野區桑津町175-2

市電林寺町電停南、關西線貨物驛南側

近畿日鐵南大阪線河堀口驛下車東北1丁

電話天王寺 4059番

# 隨筆 輕合金 史 (第21回)

京大教授 工博 西村秀雄

## 耐蝕性の努力

金属が錆びるといふ現象は日常目撃していることで、珍しいものではない。特にこれが問題として研究されたのは英國であつて、船用汽關に用いるアドシラルテイ黄銅製復水器管が海水のため甚しく腐蝕されるから、その原因を調べ対策を講じるため委員会が組織された。これは1911年であつた。<sup>1)</sup> ブルール (Brühl)<sup>2)</sup> が1912年に第1回の報告をしているが、この委員会は可なり長く繼續された。

輕合金も進歩するにつれて腐蝕が問題となつた。先づ海上で使用される飛行機に對して考へられねばならなかつた。ヂエラルミンは腐蝕し易いから、これを被覆することが考へられた。一方耐蝕性合金の研究も進歩した。

耐蝕性合金として注目されるものは現在ヒドロナリウムと3Sと稱している種類のものである。

米國のアルミニウム・コンパニー・オブ・アメリカ即ちアルコアでは加工材にSを附して材質の名稱としてある。2Sが普通一般用途に供せられ、所謂純アルミニウム加工材のことである。

### 3S、51S、25S

3Sが始めて紹介されたのは1923年であつて、アルコアの技師フアラガー (Faragher) が A.I.M.E.<sup>3)</sup> に「アルミニウムとアルミニウム合金の實用形状とその應用」と題して發表した中に含まれている。3Sがフアラガーの研究で出来たものであることは1938年版のメタル・ハンド・ブックを見ても同氏の名で3Sが記述されている。

3Sはマンガンを1.25%程度含んだ合金であつて純アルミニウム程度の耐蝕性で稍々強度があ

る。食器具などの一般用途を目的としたものである。

同氏の發表には強力合金として17S即ちヂエラルミン以外に51Sと25Sがアルコアの特許として示されている。51Sはマグネシウム0.6%珪素1.0%を含み、25Sは銅4.5%、マンガン0.8%、珪素0.8%を含んだアルミニウム合金であつて、前者はアルデュル系統のもの、後者はプロペラ材として最近まで我が國でも使用されたものであつて、既にこの時代から知られていたのである。

次に1930年頃 K. S. Seewasser といふ鑄造用合金が喧傳せられた。マグネシウム2.25%、マンガン2.5%、アンチモン0.2%、アルミニウム残分の合金で獨逸のフェライニグテ・ライヒトメタル・ウエルケ (Vereingte Leicht metallwerke) の研究になるものであつた。アンチモンを含むことが特色であるが、マンガン、マグネシウムの量が比較的に高く脆いこと、鑄造性に乏しいことなどのため、使用されることなくやがて忘れられてしまつた。

### MG7 — ヒドロナリウム

次いで1932年の Metal Industry 誌上<sup>4)</sup>に M.G.7 といふ新合金が發表された。Messrs. James, Booth & Co. で市場化されたもので、マグネシウム7%を含むために、かやうな名稱が與へられたものであらう。

加工材は380°Cで焼鈍して容易にプレス加工が出来る。軟質で抗張力は35 kg/mm<sup>2</sup>程度で伸が20%以上である。硬質となると40 kg/mm<sup>2</sup>以上の抗張力が得られる。耐蝕性に勝れたものといふことがこの合金の特色である。獨逸ではこれがヒドロナリウムと云はれ、我が國ではこの名稱が専ら用いられて來た。

1) J. Inst. Metal. (1911) . 2) 同上 6 (1912) 279. 3) A.I.M.E. Met. Div. (1928) 99.  
4) Metal Industry 40 (1932) 14.



元來アルミニウムにマグネシウムを加へた合金はマグナリウムと稱されて古くから知られ化學教科書などにも書かれたものである。しかしアルミニウムの純度は勿論、マグネシウムも不純であつたためか、耐蝕性に優れたといふことは知られないで來たものであつた。これがマンガンを少量加へられてニュー・フェスとして現はれた。要するにマグナリウムの再検討の結果生れたのであつた。

### アルコアの4S

同様のマンガンを、マグネシウムを含む合金が耐蝕合金として發表された。それは米國ではアルミニウム・カンパニー・オブ・アメリカ即ちアルコアの技師ボツサート (Bossert) とノック (Nock)<sup>1)</sup> によつてマンガンを1%、マグネシウム1%を含む合金が耐蝕性の上で純アルミニウムに比敵する。その機械性質は第1表のやうであるとした。

第 1 表

	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	伸 %	ブリネル 硬 度
軟 質	18	20	45
硬 質	30	3	79

これが4Sと稱せられる合金の基礎をなしたものであつた。現在4Sはマグネシウム1%、マンガンを1.25%で、アルミニウム残分とされた。要するに3Sにマグネシウム1%を加へたものである。

### 52S、53S、飯高氏のクルミン

その後アルコアの研究室から51Sについて52S即ちマグネシウム2.5%、クロム0.25%、アルミニウム残分が生れ、また53S即ち珪素0.7%、マグネシウム1.2%、クロム0.25%、アルミニウム残分の合金が生れた。52Sはヒドロナリウムから、53Sはアルデュルからそれぞれの系統を引いて發展して來たものであるが、その詳細のことは明確に知らない。

翻つて我が國では當時輕金屬に關して主として理論的な研究は行はれてはいたが、實用合金に關しての特筆すべきものの發表はなかつたと云

つてよい。唯飯高一郎氏のクルミンについて述べて置きたい。

飯高一郎氏は東大理學部卒業の後三菱造船の研究所に入り、金屬材料研究所の前身の鐵鋼研究所にて學び、歸つて同所が理化學研究所と合併したとき、理化學研究所へ移つて専ら金屬に關する研究をした人である。同氏の三菱造船時代の業績は飯高メタルとして知られている銅合金であつた。クルミンはその後の研究になつたものでクロム0.2~2%、マグネシウム0.5~3.0%、鐵0.3~2.5%、珪素0.2~0.6%、アルミニウム残分といふもので、三菱造船では多少使用されたが矢張一般には採用されなかつた。

同氏が52Sなどと同様にマグネシウムとクロムを加へた耐蝕アルミニウム合金を考へられたことはよい着目點であつた。

しかし鐵はアルミニウム合金では腐蝕に對してよい影響を與へないのが普通である。鐵を特に指定してあることは疑問がある。兎に角新しい合金として歴史的に同氏の仕事は忘れられない。

同氏が鐵と鋼に發表した海水に對して耐蝕性なる新輕合金クルミンと既知輕合金との比較といふ論文を見ると、耐蝕性合金としてK.S. See-wasserが比較されている以外は、デュラルミン、Y合金など特に腐蝕され易いものとの比較であつて、當時既に明かになつていた3Sとか、ヒドロナリウム系統の合金との比較がしてないから同氏の合金の眞價はやゝ疑問が残される。

鐵の指定がなかつたら52Sとなるので、鐵を指定されたことを不思議に感じるが、何か意味があつたのであらう。

### ソ聯の輕合金

今迄ソ聯に於ける輕合金については全く觸れなかつた。その實狀が判明しないところがあるためである。しかしソ聯の研究には時に見るべきものがある。只カーテン内のことで文献が見られないから、進歩の程度など云々することが出來ない恨みがある。學問には國境がない筈でありながら、矢張知ることが出來ない。時々そ

1) Metals and Alloys, 2 (1931) 238.

2) 鐵と鋼, 17 (昭和六年) 944.

の研究の一端が抄録されて僅かに窺知されるに過ぎない。アルミニウム合金の腐蝕に関する文献を調べていたとき、會々ソ聯での発表に気がついた。中央流体力學研究所の報告(Trans Aero-Hydro-dynamic Inst.) で発表されたもので、第一はクロニヒ(Kroenig)によつて、チユラルミンの腐蝕に及ぼす化學組織の影響がかなり詳細に論じられている。マンガン0.6%、珪素0.5~0.6%の添加は耐蝕性を増すと<sup>1)</sup>の決論を與へている。第二はアキモフ(Akimov)によつて軽合金と他の金屬との接觸したときの腐蝕を論じたもので、第三は矢張クロニヒによつて鑄造輕合金の腐蝕について主として K. S. Seewasser を對照として實驗したものである。海水に對して船舶用としては マグネシウム2.5%マンガン1.5%の合金を推賞している。これに珪素が0.6~0.8%加はると耐蝕性が増すといふのである。

## ソ聯の研究態度

ソ聯では當時から外國の研究には随分注意を拂つていたものらしい。筆者の教室に勤務し専らアルミニウムに關して研究をした原田隆康氏が、ハルミンと稱した合金が耐蝕性があるものとして發表されたことがある。これは實驗が單に浸漬試験であつたため、結果に誤りが生じたものか、その後の調べで餘り耐蝕性のないものであつた。これは同氏のために詳細のことを書くことは避けたいが、ソ聯の發表に原田氏の合金として銅4%、亜鉛1%のものが機械的性質は悪るいものとして擧げられている。こんな細い處までソ聯では注目しているのかと思はれた。

とにかく我々の研究はかなり多く、發表されるが慎重を期したいもので、海外から批判されることを忘れてはならない。(以下次號)

1) J. Inst. Metals 47 (1931) 380 (抄録)

2) 同 433 (抄録)

3) 同 579 (抄録)

アルミニウム、生産、消費、在庫表 (昭和24年1月~25年3月)

區分 月	生産		消費				在庫				
	新地金	再生塊	新地金	再生塊	屑	計	新地金		再生塊	屑	計
							製錬3社	その他			
昭24.1	1,124	182	1,566	1,251	1,957	4,774	968	1,237	4,394	4,411	11,010
2	1,044	174	1,405	1,292	3,068	5,765	807	1,013	4,157	4,106	10,083
3	1,394	187	1,323	1,272	2,790	5,385	1,002	1,136	4,028	4,376	10,542
4/4	(1,187)	(171)	(1,431)	(1,272)	(2,605)	(5,308)	(926)	(1,125)	(4,193)	(4,278)	(10,545)
4	3,563	543	4,294	3,815	7,815	15,924					
5	1,623	162	1,412	1,053	2,904	5,369	1,434	1,228	4,241	4,380	11,283
6	2,087	188	1,051	855	3,215	5,121	2,181	2,013	4,193	3,936	12,323
7	2,091	164	1,386	940	2,236	4,562	2,642	1,809	3,668	5,114	13,233
1/4	(1,934)	(171)	(1,283)	(949)	(2,785)	(5,017)	(2,086)	(1,683)	(4,034)	(4,477)	(12,280)
8	5,801	514	3,849	2,848	8,355	15,052					
9	2,206	185	851	883	2,604	4,338	6,021	1,216	3,672	3,334	14,243
10	2,149	139	617	858	2,498	3,973	7,373	1,097	3,542	2,695	14,707
11	2,140	66	625	1,047	2,302	3,974	8,750	1,176	3,866	3,544	17,336
12	(2,165)	130	(698)	(929)	(2,468)	(4,095)	(7,381)	(1,163)	(3,693)	(3,191)	(15,429)
1	6,495	390	2,093	2,788	7,404	12,285					
2	1,941	122	597	1,014	2,251	3,862	9,866	1,338	3,761	3,920	18,885
3	1,696	171	828	1,004	2,238	4,070	8,594	1,677	3,658	3,473	17,402
4/4	(1,728)	173	1,428	1,110	2,154	4,692	7,910	2,086	2,852	3,729	16,577
1	(1,788)	(155)	(951)	(1,043)	(2,214)	(4,208)	(8,790)	(1,700)	(3,424)	(3,707)	(17,621)
2	5,635	466	2,853	3,128	6,643	12,624					
3	(1,769)	(159)	(1,091)	(1,048)	(2,518)	(4,657)	(4,795)	(1,418)	(3,836)	(3,918)	(13,968)
昭和24 1~12	21,224	1,913	13,089	12,579	30,217	55,885					
昭25.1	1,823	125	1,478	728	1,805	4,011	7,743	2,368	2,233	3,259	15,722
2	1,598	173	1,824	752	1,687	4,263	7,862	2,423	2,222	3,098	15,605
3	1,826										
4/4	(1,749)										
	5,247										

註 1. 單位噸、2. 消費量は發生屑を除いた純消費量を示す、3. ( ) 内は月平均を示す、

# 隨筆 輕合金史 (第22回)

京大教授 工博 西村秀雄

昭和6年(1936)、不景氣の最中であつた。九月十八日突然に、所謂滿洲事變なるものが起つた。大衆は、それが如何なるものであつたか、どうして起つたものか真相は知らず、唯、新聞の報ずるまゝを信じ、あたかも手を離れて飛び去る風船の行方を看るがやうに、事の成り行きを見まもつていた。やがて翌七年に滿洲國が造られ、その國土が大寶庫の如く宣傳された。これが第二次大戦になり、我が國の敗戦にまで導く第一歩にならうとは、誰も思つていなかった。當時不景氣に喘いでいた人々は、こゝに打開の途が開かれ、國家が發展するとのみ考へて、滿洲へ出かけた。

この頃から獨逸ではナチスが漸く擡頭してヒットラーの獨裁政治が始まりかけた。我が國では滿洲事變の結果、所謂軍の壓力が擴大されるに至つた。

とにかく世界的に、航空機の發達が益々顯著になつた。海軍では昭和7年から横須賀市外の田浦に研究所を設けた。それが後に航空技術廠とまで發展したのである。この時代までのアルミニウム合金の進歩の状態は、大略既に述べて来たやうである。

## マグネシウム合金の歩み

しかし輕合金としてはアルミニウム合金のみでなく、當時超輕合金 (ultra light alloy) など稱されたマグネシウム合金がある。マグネシウム合金については更めて書きたいのであるが、我が國に於けるマグネシウム合金の發展の初期に屬することをこゝに記して、アルミニウム合金の歴史と比べ、その兄弟分ともいふべき超輕合金が、どうして發展したかを、併せて知つて貰いたい。

マグネシウムの金屬としての歴史はアルミニウムより古く、1808年にハンフリー・デヴィイ (Sir Humphrey Davy) によつて、酸化マグネ

シウムを金屬カリで還元し、造られたものであつた。これが工業的製造が行はれるやうになつたのは十九世紀の終りで、カーナライトを脱水し熔融電解で造られるやうになつてからである。合金としては獨逸で1894年にルドウイヒ・メー (Ludwig May) がアルミニウムにマグネシウムを加へた合金マグナリウムを造つた。ケミシエ・フアブリク・グリースハイム・エレクトロンが設立されて、1909年、エレクトロンと稱して、一般にマグネシウム合金が販賣された。これがイ・ゲ (I.G) に繼承されたのであつた。

第一次の世界大戦を契期としてマグネシウム合金の製造が盛になり始めた。米國で1916年にドウ・ケミカル會社が設立されていることは、この事を物語つている。

我が國ではこの第一次の大戦の間に、寫眞撮影のための閃光用に供するマグネシウムの必要に迫られて、多少製造された。

大正7年、筆者が三菱鑛業研究所に在職中島村所長からマグネシウムの一片を見せられ、神戸の工場で製造せられたものだと聞いた。その製造した人の記憶がなく、また大戦の終熄と共に戰時的なる産業は總て挫折してしまつたからこのマグネシウム工業も影を消した。

それ以來我が國ではマグネシウムは忘れられ勝ちとなつたが、昭和5年、理化學研究所が新潟縣柏崎町にマグネシウムの試験工場を設立した。次いで昭和6年になつて神戸製鋼所の門司工場の一部に、さゝやかな木造のマグネシウム合金鑄造工場が建設された。當時の工場長古知幸次郎氏が自らそれを擔當した。同氏は元來實地畑の鑄造技術者であつて、所謂現場の経験によつて叩きあげた人であつた。しかも非常な努力家であつた。

最初の研究者石田四郎氏

( 2 )

輕金屬時代 No. 193 (No. 25-8) 2~4

當時はまだマグネシウム合金の溶解、鑄造に関する技術が全く知られていなかった。唯、東京の戸山ヶ原にあつた陸軍化学研究所で、石田四郎氏が技師として奉職し、マグネシウム合金の研究を既に始めていた。

同氏は山口珪次氏などと同じく東大に於る後藤正治教授の門弟であつて、その指導の下に研究をせられたものであらう。

同氏の研究は日本鑛業會誌に二回に亘つて掲載されているが、主として状態圖に関するものである。神鋼門司工場では同氏の指導で、マグネシウム合金の溶解に鑄鐵坩堝の底から湯が流れ出るやうにしたものを用いた。砂型は乾燥型で、鑄込みに先立つて、硫黄を燃焼せしめて生じた亜硫酸ガスを型の中に通じるなど、手数をかけて鑄物を造つた。

### ファイヤツト工場のマグネシウム

それより先、昭和3年4月であつた。筆者は陸軍のパリ駐在監督武官であつた木村弘人氏と共にイタリーのミラノに赴き、ファイヤツトの工場では既に仕事を終つていた所を案内せられ、鑄造の實際を見ることが出来なかつた。若し仕事をしているところを見學することが出来たら、門司工場の仕事に大いに参考になつた譯であるが、この時は原料であるエレクトロン地金と、熔剤のエルザールなどを見たに過ぎなかつたから、遺憾ながらどうにも致方がなかつた恐らく仕事の終つた頃を見はからつて案内されたものであらう。外國で工場を見るのは容易なことではない。

その後、川崎造船所の兵庫工場で獨逸人の技師の指導によつて、マグネシウム合金が造られ所謂獨逸式溶解法並に鑄造法が傳へられた。やがて門司工場でも、それに習つて改善された。

### 神鋼の古知氏と黒瀬氏

マグネシウム合金の鑄造は、全く新しい仕事であつた。始めは歩留りも悪く、古知氏は苦勞

した。東大出身の黒瀬行義氏も當時から古知氏の下で働き、共に神戸製鋼所名古屋工場の、マグネシウム合金製造の基礎を造つた。マグネシウム合金の工場はそれから各所に出來たが、門司工場がその先鞭をつけたものである。古知、黒瀬兩氏とも今では故人となつた。

マグネシウム合金についてはこの程度に止めて話を他に進めたい。

航空機の製造には金屬材料の研究が大切であるが、その研究結果を廣く知らしめることも必要であつた。三菱航空機株式会社では石澤命知氏が、從來青寫眞版で所内のみに配布した研究報告を印刷にして、關係方面に配布するやうにした。この試みに範をとつて、住友伸銅鋼管株式会社からも昭和7年から住友研究報告が刊行された。殊に住友の研究報告はその後の輕合金の發達に關係することが多く、その進歩發達に寄與しているから、我が國の輕合金史上には忘れられない文献である。

### 學術振興會の仕事

また昭和7年頃から日本學術振興會なるものが計畫されていた。これは獨逸に於ける同様の研究組織を眞似て組織された。會長が秩父宮で櫻井錠二博士が理事長となり、波多野海軍中將が幹事として専ら運営に當つた。實際活動し始めたのは昭和8年であつた。軍官民から選ばれた研究者からなる小委員會が組織され、特定の題目に關して研究をするのが仕事であつた。

昭和8年小野鑑正博士が委員長となつて、金屬材料に關する研究を集めて編纂するのを目的とした第二委員會が發足した。工學關係の小委員會はこれが最初に組織されたものであつた。この小委員會は熱心な各委員の努力によつて金屬材料なる表題で、各論が昭和12年に漸く岩波書店から發行された。次いで昭和13年に應力論昭和15年は總論と特論が出版された。

現在では部分によつては可なり時代遅れになつた感じもあり、その後各論は訂正して再版せんとしたが、紙の不足、經濟事情など時局はか

1) 日本鑛業會誌 45 (昭和4年) 256, 46. (昭和5年) 245.

やうな出版を許さなかつた爲に、訂正のための原稿もそのまゝになつてゐる。それもまた時代遅れとなりつゝあるが、とにかく、筆者はそのうち各論と總論の輕金屬材料に関する部分を擔當した。また特論は金屬と瓦斯、滲炭と窒化の部門を執筆した。

特論で金屬と瓦斯、滲炭と窒化とを引受けたのは輕合金とは縁がないやうであるが、多少理由があつた。また歐洲滯在中の思い出になるが獨逸を旅行中、汽車のなかで、無聊のまゝ、何かと歸朝後の研究のことなど考へてゐた。偶々銅或は銅合金の燐での脱酸のことが頭に浮んだ。銅と燐とは合金を造るから燐で脱酸しても完全な脱酸が出来るか、どうかといふ疑問が生じた。思い浮ぶまゝに手帖に書きつけて歸つた。歸つて脱酸はついて文献を調べて見ると獨逸では既に鋼の脱酸について研究が進められ、平衡反應論から検討が加へられている。

ガスの分析も進歩して來ている。しかし銅合金では殆ど手がつけられていない。文部省の研究費を申請したところ、僅に300圓の交付を受けた。これをもつて燐青銅の脱酸について調べることが出来た。この關係で金屬とガスについ

ては一應文献を調べていたため、この題目の執筆を引受けたのである。

また滲炭と窒化は石澤命知君が我が國ではこの方面に研究の先鞭をつけていた。石澤君とはパリで窒化を共に學んだ關係もあつて、同氏が昭和11年8月に突然逝去されたため、同氏に依頼することが最も適當であつたのであるが、出来なくなつたから、同氏の研究を主体とし、同窓の友人として筆者がこれを纏める事にした。日本學術振興會のことは、これからの輕合金史に關係が深いから、いち早く組織された第二小委員會のことに觸れたのである。

昭和7:8年はかくして輕合金史に特筆すべきものなくして過ぎ去つた。しかし滿洲國の建設といふことが我が、輕合金の歴史に如何に大きな關係を持つに至つたかを考へると、やがて展開された第二次世界大戰の前奏曲が滿洲國の建設ではなかつたかと思はれる。こゝに筆を革めて次の時代へと話を進めたい。(以下次號)

【正誤】 7月號本欄、2頁4行目「アドシラルテイ」とあるは「アドミラルテイ」、又8頁3行目「Anadising」とあるは「Anodising」、24頁輸出統計中、板製品及鑄物製品の重量單位「趙」とあるは「鈞」の孰れも誤植。

<p>輕金屬板加工、ラジオ通信機部品 電氣照明器具、家庭用厨房器其他</p> <p><b>昭和輕金屬工業株式會社</b></p> <p>取締役社長 中 均</p> <p>大阪市東成區東今里町二ノ三三 電話東④四〇〇二・四〇〇三</p>	<p><b>NKK</b></p> <p>アルミニウム化學工業用機器 アルミニウム・アルマイト各種製品</p> <p><b>日本輕金屬化工機株式會社</b></p> <p>大阪市東淀川區東塚本町六丁目三六 電話豊崎(37)一七五・一七五二</p>	<p>營業品目</p> <p>アルマイト厨房用品各種 アルマイト着色及アルマイト漆器 アルマイト加工・ネームプレート</p> <p><b>理研電化工業株式會社</b></p> <p>取締役社長 水野 一郎 専務取締役 野 郎</p> <p>本社 静岡市曲金二丁目(電話静岡四三〇一四三三) 東京出張所 東京都中央区日本橋江戶橋三丁目八 名古屋出張所 名市上中區榮町一丁目十番地 大阪出張所 大阪府北區三階茶屋町一丁目一番地</p>
---	---	---