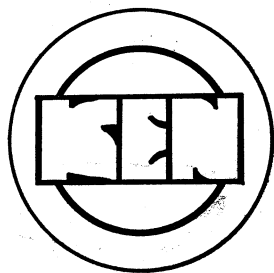


応用科学研究所

五十年史





会 長 鳥 養 利 三 郎

明治20年2月8日	徳島県鳴門市に誕生
大正元年12月	京都帝国大学理工科大学電気工学科卒業
3年7月	京都帝国大学理工科大学助教授
12年1月	京都帝国大学教授
14年7月	工学博士
昭和14年11月	応用科学研究所理事長
16年9月	京都帝国大学工学部長
18年10月	京都帝国大学工学研究所長
20年11月	京都帝国大学総長
23年12月	日本学術会議会員
24年10月	日本学士院会員
26年11月	京都大学名誉教授
29年4月	藍綬褒章を賜う
34年8月	日本ユネスコ国内委員会々長
39年11月	勲一等に叙せらる
42年11月	文化功労者として顕彰せらる
42年5月	応用科学研究所会長

序

このたび、財団法人応用科学研究所が、その研究業績の向上をはかり、また、自己の生い立ちを、よく知らしめて、責務の所在をさとらしめるために、役職員の一部交替と、研究所50年史の編集を企てられると聞き、吉田理事長、山本事務局長の発案に、多大の期待と敬意を寄せている。両君は共に、研究所運営そのものゝ達人として、特に当研究所生えぬきの英才である上に、財的には恵まれていない当研究所の運営、やりくり、労苦を重ねて来た苦勞人であるから、私共が両君の手腕に信頼して、将来への光明に期待しているのをよくさとして、いることだろうと思う。

また両君の外に研究指導役員として、新たに、前田憲一、林千博、村上陽太郎、田村今男の諸君を理事として迎へることが出来たのは、当研究所に千鈞の重きを加へるもので、喜びにたえないところである。

私共旧役員も、この情勢の下に安閑としているわけには行かない。たとえ責任はない、といえども、必要とあらば、分に応じ、時に則して、馳せ参ずる覚悟を固めていることを了とせられたい。

一体、どのような事業に於ても、それが如何に重要であろうとも、関係者すべてが、いつも足並み揃へて出所進退するということは、先づあり得ないであろう。例へば敗戦処理遂行の如き場合には、自決者を先づ片づけてなければなるまい。その時すべての勇士の意図がすべて一致するものでないことは、既に実証済みである。そうとすれば、われわれが、いくら生命にかけて誓約しても、それが果して達成されるや否や、達成されるとしても、果して正しいか否かは、わかるものではあるまい。

さて話が一転する。私の中学校在学時代に、小神野芳太郎という国語漢文の先生があった。学力の秀でゝ居られた、厳格な方で、生徒に取ってはこわい先生であった。その先生にお別れしたのは、明治39年、わたしが中学を卒業したときであった。その後60年の年月が過ぎ去った。先生が京都にお住みになっているらしい、といううわさを一、二度聞きはしたが、お

別れしてから60年も過ぎていることだから、とあまり気にかけずにいたのが、私のあやまちで、一昨昭和45年9月15日、敬老の日の京都新聞紙上に当年百歳の長寿者として紹介せられたのである。早速お訪ねして、長い60年の間の不注意を、おわびしたのであるが、よくおぼえて下さって、その後も、色々と教へていただいているのであるが、最近いただいた昭和47年1月16日附のお手紙を拝見すると、はなはだご叮重なもので、遠い昔の教へ子に対する愛情のつきぬものを率直にお述べ下さっている。先生のお許しを得て 失礼ながら省略して、紹介させていただくことにする。

- (1) しばらく会わないが、達者にしているか。尤もそうにちがいなかるうが、この上とも気をつけろ。わたしはこの前会った時のお前の元気そうな顔そのまゝを想像しながら、お前のために祝福を送っている。
- (2) わしの健康三則というのを教へてやるから、よく守れ。それは簡単で
 - (a) 絶対に無理をするナ。無理からの過労が、一番いけない。
 - (b) 食物は、つとめて小魚を食べろ、小骨の多い、小魚の方が、鯛のおさし身より遥かによい。
 - (c) 寝室に尿瓶を持ち込むことを忘れる勿れ。

このお手紙には、更に和歌6首、詩2首を添へて、社会の現状に批判を加へられている。たとえば

「にがにがし 若き男のおみなふり髪長くして 化粧赤シャツ」

私が先生のお手紙を借用して、研究所への義務を逃れるような体を装うのは、一つには忙しくて時間が無かったからではあるが、それよりも大事なことは、私は本当の教育とか研究とかいうものゝ第一義は、先づ子弟への深い情愛であり、ついで、あくなき真理への追及であらうと思っているからである。

会 長 熊 養 利 三 郎



明治25年2月16日	京都市に誕生
大正7年7月	京都帝国大学工学科採 鋳冶金学科卒業
12年6月	京都帝国大学助教授
昭和2年10月	工学博士
5年5月	京都帝国大学教授
18年1月	応用科学研究所評議員
20年11月	京都帝国大学工学研究 所長
22年3月	京都帝国大学工学部長
22年9月	学術研究会議員
27年3月	応用科学研究所理事
30年2月	京都大学名誉教授
30年3月	応用科学研究所々長
43年11月	勲二等に叙せらる
45年11月	学士院会員
46年3月	応用科学研究所顧問

所 感

西 村 秀 雄

高周波電流を鉄鋼の表面層に誘導し適当な温度に加熱して、水冷して硬化せしめる所謂高周波表面焼入は我国では応用科学研究所が率先研究を開始し、まず、その成果は航空機用発動機軸の摩耗防止に利用された。その後、広く各方面に利用されて現在の隆盛を見るに至った。

その発展の歴史を顧ると、日本高周波重工業会社の朝鮮城津工場では磁鉄鉱粒と無煙粉炭とを混じたものに高周波電流を通電加熱して還元し、電気炉で溶解製鍊して鋼塊を造っていたが、その後研究の結果低周波電流を用いる方式に切換えられた。たまたま、応用科学研究所に於ては高周波電力の応用として渦流による鋼の表面焼入の研究に着手していたので、上記の精鍊用高周波電源は早速とこれに転用され、企業化が試みられ、今日のような成功を納めることが出来た。

当時はまだ、鋼の表面硬化は滲炭後加熱焼入するのが普通で、窒化鋼をアンモニアで表面硬化する方法が一部行われていた。応用科学研究所の高周波の渦流によって加熱して、急冷硬化せしめる表面焼入法はこれに代って広く各種の方面に利用されることになった。それがまた、応用科学所の発展を招来することにもなった。思えばこの表面焼入の研究が完成したのは戦争の末期であって、その普及に苦労したのも今では昔話となった。

こゝに、一文を草して応用科学研究所50年史を記念する次第である。



明治25年6月1日	徳島市に誕生
大正7年7月	京都帝国大学工科大学 電気工学科卒業
7年8月	青柳研究所技師
15年12月	京都帝国大学工学部講 師
昭和5年4月	京都帝国大学助教授
10年7月	工学博士
15年3月	京都帝国大学教授
18年1月	応用科学研究所評議員
22年3月	応用科学研究所理事
29年4月	藍綬褒章を賜う
30年6月	京都大学名誉教授
31年5月	NHK経営委員
42年3月	放送文化賞
43年11月	勲三等に叙せらる
46年3月	応用科学研究所顧問

所 感 阿 部 清

先日山本常務理事から目下50年史を編纂中であるから何か一筆書けとの依頼があった。文才の無いのを忘れ喜んで引受けた。50年続いたことは誠に目出たいことで双手をあげてお目出とうと叫びたい。

扨て私が病氣前まで電気材料の一研究者として曲りなりにもその使命を果してきたのはこの研究所で研究の基本を学び得たためである。その意味で私を指導して下さった初代の青柳先生、2代目の鳥養先生の両所長先生に衷心より感謝の意を捧げたい。

ところで50年の懐古談は別項で述べられていることであるから、こゝでは将来の研究所の方針について一旧所員の立場から希望を申し述べたい。

現在の研究所は国庫補助もなく全く自活しながら研究を続けているとの

こととて、その運営は大変であろうと思う。然るに内部は勿論外部も美しくなり研究者一同まことに朗らかに働いているようで昔とは比べものにならぬ位活気に満ちている。これ全く新吉田所長、山本常務理事、及び各幹部諸兄の努力の賜であって感謝の外ない。

扱て自活しながら研究を続けるためには当然経験と技術の豊かな高周波焼入を主体にし、他の研究は人と装置の関係を考えて研究題目を決めなければならない。高周波焼入で最も大切なのは高周波電源であるが、環境基準の制約から雑音を殆んど出さない方式のものをを用いなければならぬ。この意味から近い将来半導体を使用する発振器が用いられるものと思う。既に当研究所では5 K H Z、60 K Wのサイリスターインバーターが実用されている。今後は電力を増すことゝ周波数を高めることが問題であるが何れ近い内に解明さるゝことゝ思う。次に容易に考えられると思う問題で、いまだに世に現われない発振器はトランジスタを用いたマスタオシレーターの電力を大容量のトランジスタで増幅する方法である。大容量のトランジスタが得られぬためと想像されるが、これも亦時間の問題で何れ世に出るものと思うが何としても当研究所で一番早く完成してほしいものと念願する。次に冷却水の問題であるが、その原理は当研究所の山崎博士が既に明らかにしているから近い将来この研究所特有の冷却液が生れることであろう。

また、吉田博士の半導体を用いた可変容量素子の研究も軌道にのり、実施の日も左程遠くないようである。ラジオ、テレビ、その他計測に用いて威力を発揮するであろう。一日も早く世に出ることを祈っている。

特許の関係や、限られた頁数の関係で詳しく説明出来ないのが残念であるが、以上は一老所員が研究所将来の発展を祈る言葉と受取られたい。

研究所の繁栄と所員諸兄の健康を祈って筆をおく。



明治36年8月18日	長野県松本市に誕生
昭和2年3月	京都帝国大学工学部電 気工学科卒業
4年3月	京都帝国大学助教授
11年8月	工学博士
19年3月	京都帝国大学教授
31年9月	京都大学工学研究所長
35年1月	日本学術会議会員
42年4月	京都大学名誉教授
42年5月	応用科学研究所理事長
46年3月	応用科学研究所顧問

所 感 林 重 憲

応用科学研究所が50周年を迎えるから、なにか一筆せよとの命令を受けた。私が鳥養先生の御推薦により、理事長を拝命した時の常務理事は、山村忠行大先輩であったが、同氏は、研究事務に忙殺せられ病により、逝去せられた。故山村様の御霊に冥目したい。山村先輩の後任となられたのが現在の常務理事、山本茂雄氏である。山村先輩と言い、山本氏と言い、いずれも研究事務才能は抜群であり、不肖の私が何とかやってこられたのもそのためであった。又、研究の推進には、研究担当理事、吉田洪二氏と山崎惣三郎研究員をあげなければならない。吉田氏の研究能力と人格とは理想的、名理事長吉田洪二氏を生んだのである。

最後に、たゆまざる御指導を賜りました西村秀雄先生と阿部清先生とに心から厚く御礼を申し上げる次第であります。



明治40年11月19日	大阪市にて誕生
昭和6年3月	京都帝国大学工学部電気工学科卒業
7年12月	東京電気株式会社入社
14年1月	京都帝国大学工学部副手
15年2月	応用科学研究所研究員
19年11月	京都帝国大学講師
22年1月	応用科学研究所第2部長
25年3月	大阪府立大学助教授
29年3月	工学博士
30年1月	大阪府立大学教授
38年4月	応用科学研究所理事
46年3月	応用科学研究所理事長

所 感

吉 田 洪 二

通説に「商売3年」と云われている。その意味は商売を始めてから3年経って始めて軌道に乗るというのである。これに対して研究所が成果を挙げるには50年はかゝるという。——これは日立の研究所を創立された馬場桑夫さんの著述にあった言葉と記憶している。研究と利潤とはそれ程連なり難いものらしい。この言葉は現在ではいささかのんき過ぎるようではあるが、金ばかり食う道楽息子扱いにされていた昔日の研究所を云い表わすに蓋し至言であると私は感心している。

そして、我々の研究所も誕生50年を迎えることになった。一方が道楽息子なら、こちらは甘やかされたどら息子のきらいがある。2年前から文部省の機関補助金は打ち切られた。どら息子に試練が降りかゝった。おまけ

にドルショックとやらのお見舞である。どら息子たるもの奮起一番せざるを得ない事態にたち至ったのである。この点で、山本理事には辛い仕事を押しつけて相済まぬ次第である。

46年3月に諸先生方は後進に道を開かれる意味で顧問役にまわれ、菲才が理事長の大任を承けることになった。顧みると、昭和14年鳥養先生の研究室にお世話になってから研究所とのつながりを持つようになった。御指導を得ていた阿部先生も研究所に関連を持たれていたから、言はば準所員とでも云える関係にあったが、戦時中に研究室を研究所に移してからは名実共に研究所の一員となった次第である。

敬愛する山崎部長がよく言っていることであるが、「研究所の奴等は皆気狂いだ。研究で生き甲斐を感じる者の集りでなければならない」と。同感である。そしてこの意気が研究所を過去50年間に涉って支えて来た原動力となったのであると思う。

さて、50年経って軌道に乗りかゝった研究所であるが、たまたま、ドルショックの来襲である。これに対しては、よい発明をすることが最上の策と考えている。外国がこれを使わざるを得ないようなものを発明する。しかも円高ときては有難い話ではありませんか？あれもやりたい、これもやりたい、テーマは沢山ある。——そして、それ等をもって、研究所を世界屈指の研究所にまで育て上げたい。そして世界中に京都には“OKEN”という名の立派な研究所があることを周知させたい。そうになったら、収入にはならないが、しかし必要な研究を——ピューア・リサーチに属するものもあろうし、ビッグ・サイエンスの一端を担うものもあるであろうが——このような研究をも研究所の皆さんにやって貰いたい。これが今の私の祈願である。



明治40年 2月25日	愛媛県越智郡四阪島にて誕生
昭和 6年 3月	京都帝国大学工学部電気学科卒業
6年 4月	昭和肥料株式会社入社
11年 1月	日本高周波重工業株式会社入社
23年 3月	応用科学研究所研究員
40年12月	応用科学研究所常務理事

所 感

山 本 茂 雄

回顧すれば昭和の初期、私共の京都大学の学生時代には、青柳研究所は電気教室の一隅にあって、我々学生はすぐ側のテニスコートでテニスに興じ、青柳先生はエコノミーランプの講義で学生共を煙にまいて居た。その頃鳥養先生は電気磁気学交流理論の講義で学生を悩まし最もこわい先生として学生連に恐れられて居た。それから約50年に近い月日が流れ、その間に青柳研究所は青柳先生より鳥養先生に引きつがれ名称は応用科学研究所と変更され今日に至っている。私は不思議な御縁で学校卒業後も鳥養先生の御厄介になり高周波電力応用の研究にたづさわっていたが、昭和41年に先輩山村忠行氏が急逝され、その後任の事務局長と言う大役を仰せつかった。私に取っては流浪の末実家に帰った様な安心感があった。

本年3月、西村、阿部、林重憲先生が第一線を退かれ、後進に道を譲るとのことで吉田洪二博士を理事長とする新らし体制に移ることになった。当所は民間学術研究機関としては最古の伝統ある研究所で吉田博士は応用科学研究所の改組創設の時代より研究員として研究を続け、鳥養、阿部、林先生の後継者として輝かしい業績をあげて来た。まことに新時代に最適の理事長を迎えたことを喜んで居る。一般に公益法人の研究所の運営は極めて困難なものであるが、当所もその例外では無く文部省の補助金を長年の間交附されて経営を続けて来たが、最近その補助も打ち切られるに至った。その理由は鳥養先生をはじめ、西村、阿部、林重憲先生等が遺された高周波焼入の仕事が財源の基礎となったこと、さらに協力会社高周波熱錬（株）の支援を得て一応経営の安定線が定まったとする文部省の見解に依るものである。事実、最近は所員一同の努力により京都附近の中小企業約120社の要望に応え高周波焼入を行いその収入により自立出来る様になったことは喜びに堪えない。

今後は技術革新の時代に対応した新しい研究、或いは従来の技術の改良、発展に力を注がねばならぬ。当所の歴史に鑑み将来の発展のため京都大学等、関係の学者グループの御協力により、大学では制約を受ける様な問題を自由な立場で研究し、産学協同のかけ橋の役目を果すことも一つの使命であると思う。真の研究は必ずしも、設備や人数の豊富な大研究所より生れるとは限らない。たとえ見掛けは貧弱でも、頭脳とチームワークにより特色ある研究所としての先人の偉業を後々までも残し続け度いと念願するものである。



明治34年11月2日	東京市に誕生
大正11年5月	青柳研究所技師
13年9月	電気工学講習所卒業
昭和22年1月	応用科学研究所第1部長
29年4月	藍綬褒章を賜う
41年4月	応用科学研究所評議員
42年11月	京都大学工学博士
46年4月	勲四等に叙せらる

所 感

山 崎 惣 三 郎

恩師故青柳栄司先生は大正の初期に於て我国の電気産業界特に電球技術水準が極めて低く、且つ欧米諸国の特許に拘束され、国内製産の困難な状態にあることを憂いられ技術開発の急務であることを力説された。

その結果大正6年、青柳研究所が創設され、上林一雄、全田積、阿部清各先生の御協力によって「エコノミー電球」と称する瓦斯入白熱電球が発明され、工業化が企図されていた。

たまたま、大正11年阿部先生の御推挙によって小生は研究所に奉職することになり製造の具体的開発部門を担当し企業化に成功した。

その後研究所は国内の電球業界に特許を公開し数年間に亘り製造の技術指導を行なった。この製造方法は今日に至るまで広く一般に利用されてい

るのを見て、些かながら産業界に貢献し得たことを知り快心に堪えない。

昭和9年には各電球製造会社から寄附金を得て現在地に100余坪の研究室を新築し、阿部先生の御指導のもとに真空放電現象の研究を続行したが青柳先生の御病臥、さらに経済的事情も加わり研究の継続が困難な状態になった。

このとき、昭和14年、鳥養利三郎先生的一方ならぬ御配慮の結果研究所は改組され、応用科学研究所と改まり、先生は理事長に就任され、日本高周波重工業の援助を得て、研究室も増築された。

研究内容も高周波電力を利用する鋼の精錬と誘導加熱を主たる目標とすることになった。かくして鋼の高周波表面焼入法を欧米に先がけて実用化することに成功した。時あたかも戦争の最中であったため、航空機用発動機部品にこれを利用すべく戦時研究命令が発令された。その成果の優秀なことは軍の認めるところとなり、結果を各社に公開すると共に数回にわたり技術指導が行なわれた。

戦後には高周波熱錬株式会社が設立され、本法装置の改良と製造および焼入加工がなされた。また本法の応用としてP・C鋼棒の新規開発に成功し、熱処理業界に不動の地位を築いたことは小生等としてこれに勝る喜びはない。

青柳研究所に18年、応用科学研究所に32年の長きに亘り、この鈍才な小生をよくも御指導下された諸先生には心から御礼を申し上げねばならない。また所員諸氏にはたゆまぬ御協力に謝意を表するとともに、今後研究開発の使命のいよいよ重大さを加えるとき、御健康に留意して御努力御精進下さるよう祈念するものである。

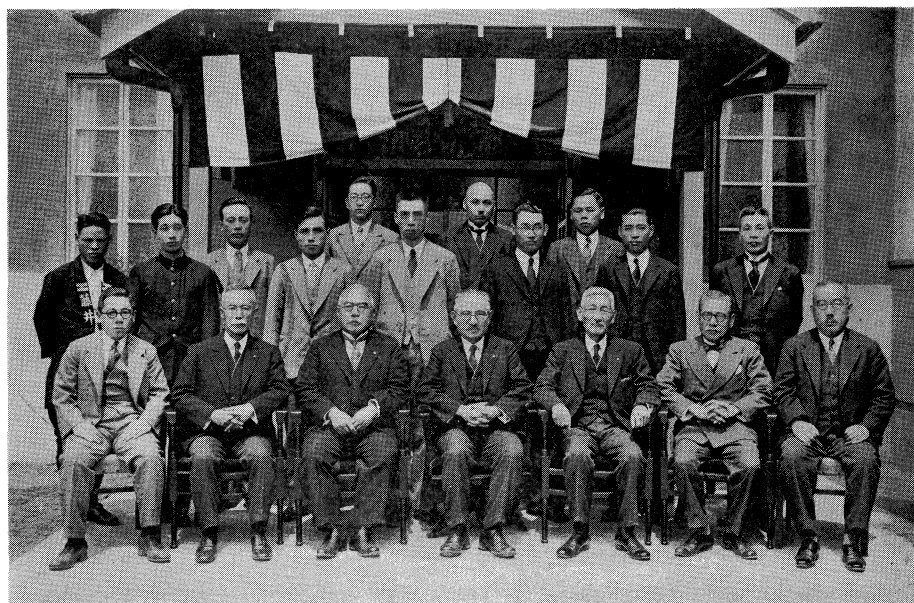


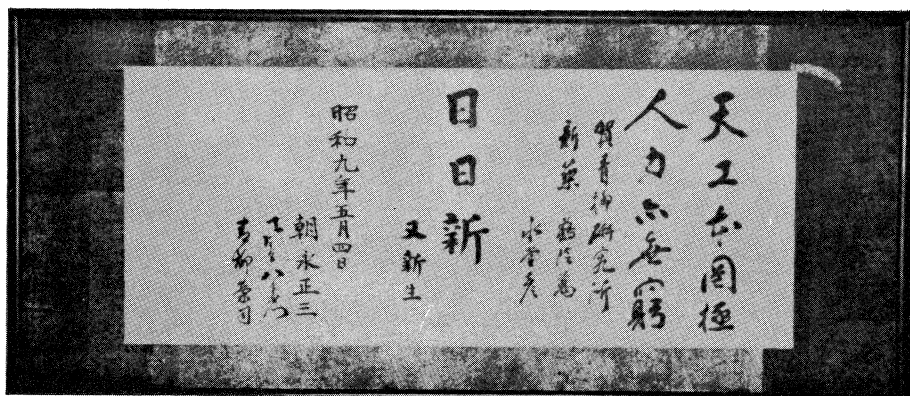
青柳栄司先生

青柳研究所新築落成式に於ける記念
撮影（昭和9年）

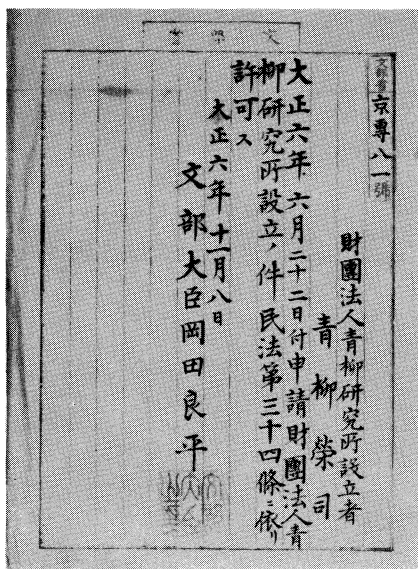
前列左より 阿部研究員、大藤理事、
新城理事、青柳理事長、朝永理事、織田
評議員、風間評議員

後列左より 7人目 大橋囑託、 8人
目 山崎研究員

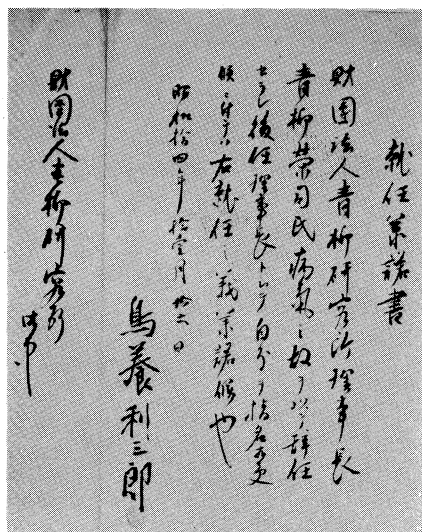




青柳研究所新築落成式に於ける寄書



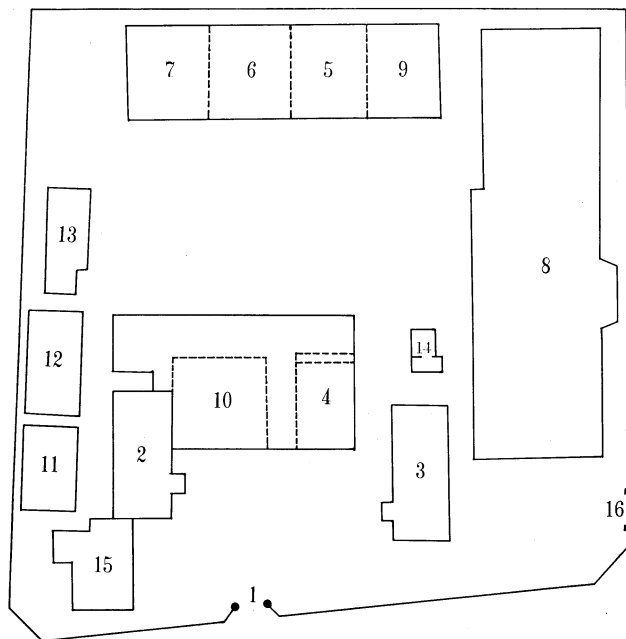
青柳研究所設立許可証



鳥養理事長就任承諾書

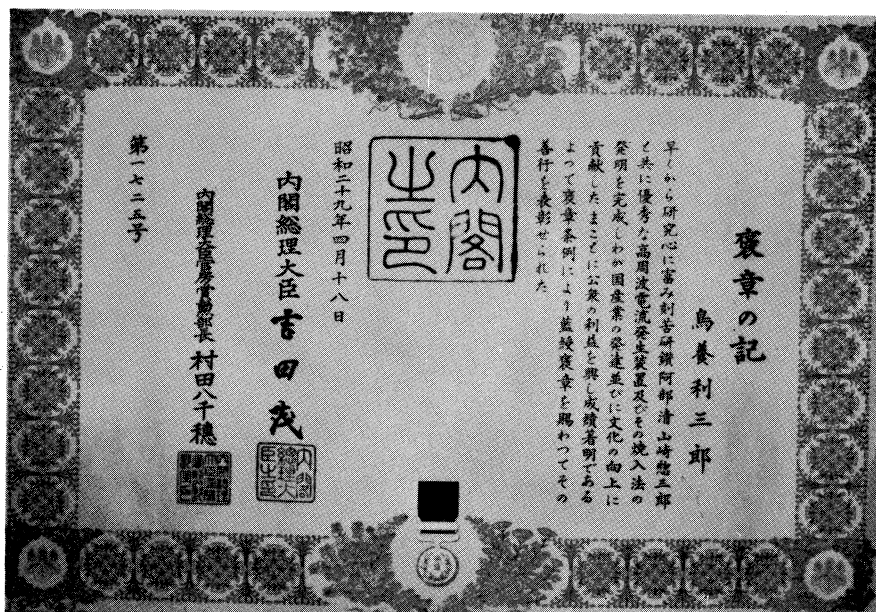


応用科学研究所正門

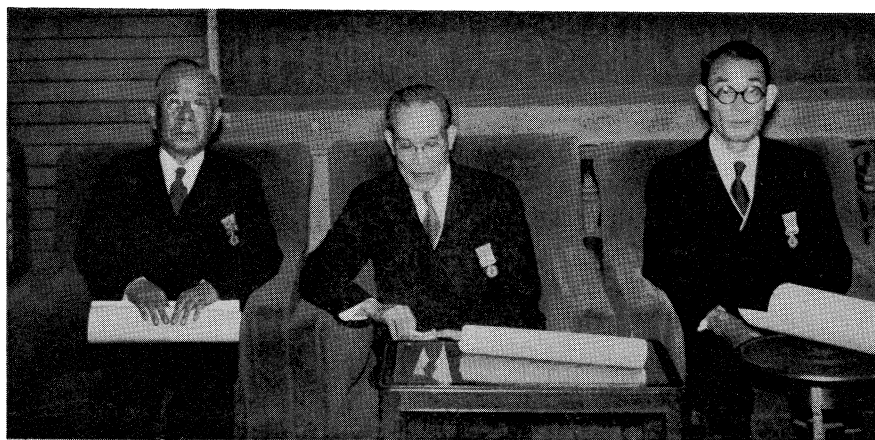


応用科学研究所敷地

- 1 正 門
- 2 事務室A
- 3 事務室B
- 4 研究室A
- 5 研究室B
- 6 研究室C
- 7 研究室D
- 8 研究室E
- 9 工 作 室
- 10 会議室・食堂
- 11 倉 庫 A
- 12 倉 庫 B
- 13 住 宅
- 14 便所・浴室
- 15 宿 直 室
- 16 通 用 門



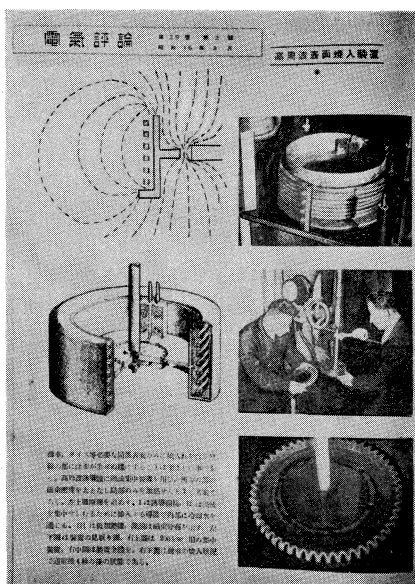
高周波電流発生装置および高周波焼入法の研究に対し
藍綬褒章を下賜さる。（昭和29年）



藍綬褒章下賜記念の撮影（昭和29年）

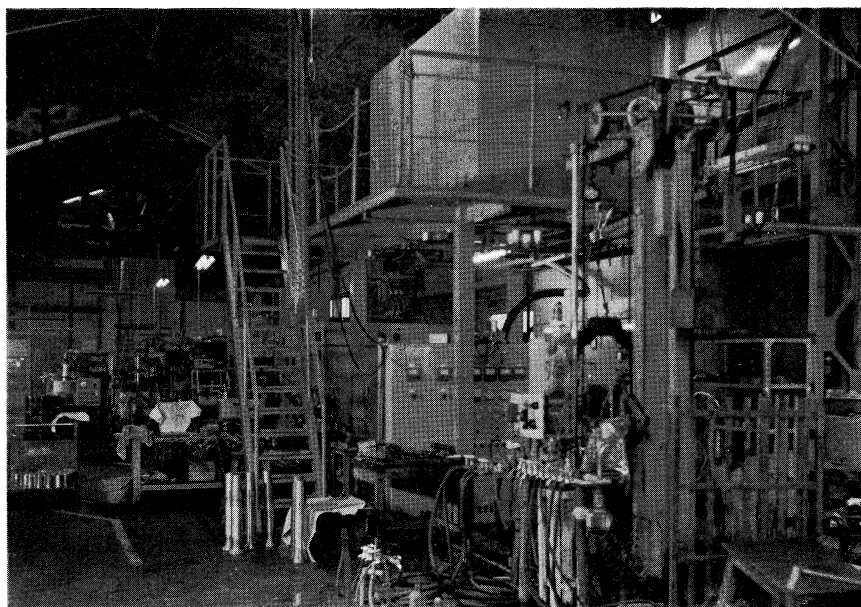


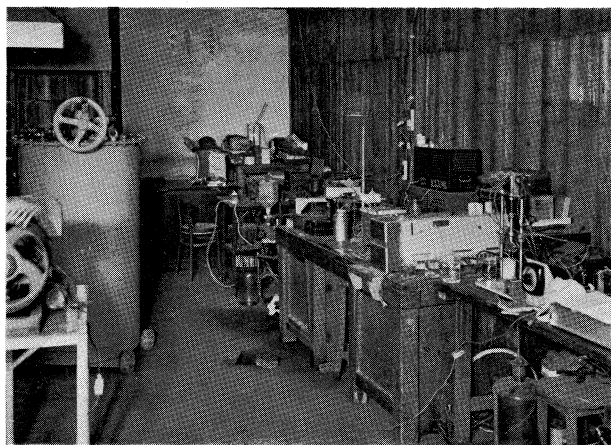
菊池秀之氏の原鉍処理法の特許証。
結晶質の原鉍粉と還元作用をなす物質とを微細
状態にして混合し、これに高周波電流を直接通
電して原鉍を還元する処理法（昭和10年出願）



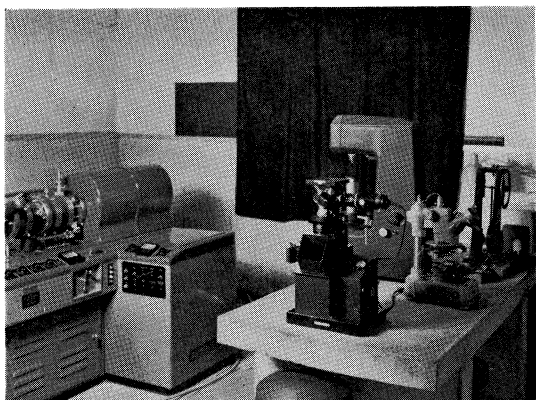
高周波焼入を研究会議に始めて紹介した
文献。アプライド・フィジックス誌第11巻
1940年（パーバット、ロジンスキー）より
電気評論誌に転述したもの（昭和16年）

焼入研究室の一部



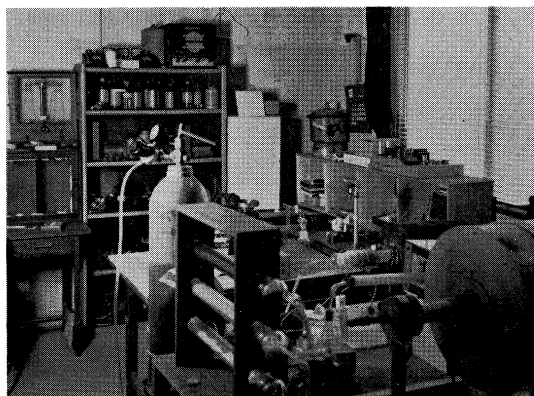


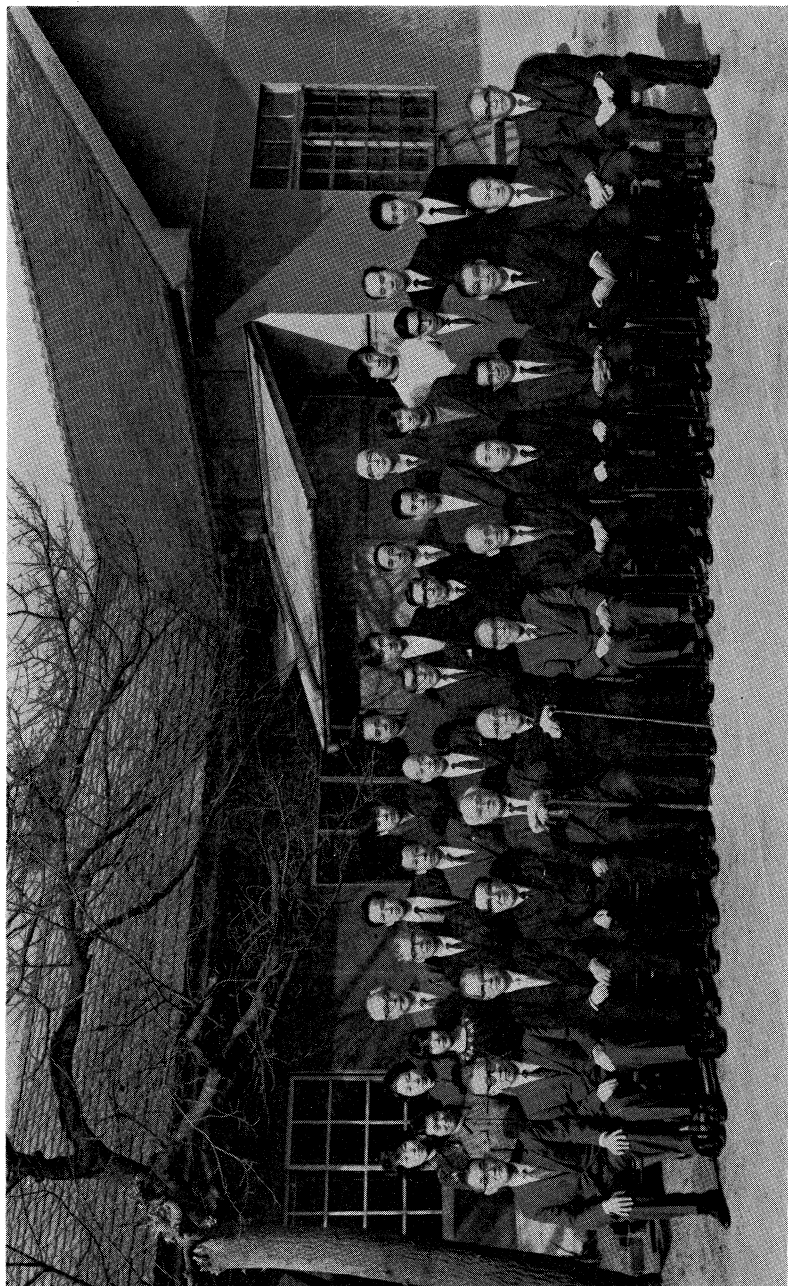
研究室の一部



測定室

半導体研究室
の一部





応用科学研究所々員および関係者記念撮影

(昭和46年12月)

応用科学研究所五十年史

目 次

第 1 編	青 柳 研 究 所	頁
第 1 章	青柳研究所の沿革	1
第 2 章	青柳研究所の研究活動	5
第 2 編	応用科学研究所	
第 1 章	改組創設時代	
	改組創設時代の経過	8
	改組創設時代の研究活動	11
第 2 章	戦前・戦中の時代	
	戦前・戦中の経過	12
	戦前・戦中の研究活動	29
第 3 章	終戦の時代	
	終戦時の経過	33
	終戦時の研究活動	38
第 4 章	戦後の時代	
	戦後の経過	39
	戦後の研究活動	43
第 3 編	回 顧 談	66
附表第 1	応用科学研究所年賦	112
附表第 2	工 業 権 一 覧	139
附表第 3	理事・評議員在任期間一覧	145
附表第 4	年間決算の推移一覧	151
附表第 5	政府補助金の推移一覧	153

第1編 青柳研究所

(大正6年11月～昭和14年11月)

第1章 青柳研究所の沿革

本研究所の前身は青柳研究所と称し大正6年11月8日に京都帝国大学教授工学博士青柳栄司により設立された。青柳博士は明治6年3月12日長野県に生れ、第一高等学校を経て明治31年7月東京帝国大学工科大学電気工学科を卒業した。同年6月京都帝国大学理工科大学に電気工学科の創設せらるるに際し聘せられて同大学理工科大学助教授に就任、同教室の充実に尽瘁し昭和8年停年退官に至る迄、約38年京都大学に職を奉ぜられた。博士は学生の指導訓育に当り発明工夫、禁酒禁煙、情操教育、宗教的信念等幾多の標語を掲げ、率先垂範したことは余りにも有名である。一方大学に於ける教育研究以外に、その外郭体として教育、研究及び発表機関として夫々電気工学講習所、財団法人青柳研究所、雑誌「電気評論」を創設せられたが、これらは何れも博士卓見の所産である。即ち電気工学講習所は当時我国に於ける技術系学生の少なかった缺陷を補はんとして大正2年10月開設されたもので、昭和13年立命館大学に移譲せられて廃校になったが、その卒業生は1,100名に及び京都大学卒業生同窓会たる洛友会のメンバーとして活躍して居る。

研究機関たる青柳研究所は電球、真空工業に幾多の貴重な業績を挙げ、後述する様に、昭和14年11月まで活動し真空工業に貢献した。

設立当初の事務所は京都市上京区岡崎東福ノ川町40番地に置かれ、主として電球、真空工業の研究に力を注いだ。研究室は京都帝国大学電気工学

教室の一部を使用した。当初の理事及び評議員は次の如くであった。

理事長	工学博士	青 柳 栄 司
理 事	法学博士	戸 田 海 市
	工学博士	大 藤 高 彦
	工学博士	小 倉 公 平
		大 滝 新之助
	法学博士	雉 本 朗 造
評議員		西 彦太郎
	法学博士	織 田 萬
	法学博士	小 川 郷太郎
		太 田 光 熙
		風 間 八左衛門
		川 北 栄 夫
	法学博士	加 藤 正 治
	工学博士	田 辺 朔 郎
		武 居 綾 藏
	工学博士	団 琢 磨
	工学博士	難 波 正
	医学博士	中 西 亀太郎
	法学博士	中 川 孝太郎
		野 口 弘 毅
	理学博士	久 原 躬 弦
	工学博士	牧 田 環
		増 田 政 治

文学博士	藤 代 禎 輔
	藤 山 常 一
工学博士	朝 永 正 三
医学博士	荒 木 寅三郎
文学博士	坂 口 昂
理学博士	水 野 敏之丞
	松 風 嘉 定
	下 郷 伝 平
	塩 屋 益次郎
	広 岡 恵 三
医学博士	森 島 庫 太
法学博士	末 広 重 雄
	岡 本 一 郎

以上のように役員として当時学界財界の錚々たるメンバーを網羅している。設立に際し博士の信望により京都の財界からは下記のような寄附の申し入れがあり、設立とその維持に援助を惜しなかった。

大正6年	増田合名会社	1,000円
7年	三井鉱山株式会社（取締役 牧田 環）	5,000円
	松風工業株式会社（社 長 松風嘉定）	5,000円
	鈴木 仁 十 郎	1,000円
9年	藤 山 常 一	5,000円
10年	名古屋電灯株式会社（社長 福沢桃介）	20,000円
11年	大丸呉服店（下 村 正太郎）	1,000円
	奥村電機商会	1,000円

12年	伊 藤 琴 三	10,000円
昭和4年	島 津 製 作 所	745円
6年	後 藤 彦三郎	3,000円
11年	下 郷 伝 平	1,000円
	内 藤 良 一	建築物一棟 (21坪)
12年	青 柳 栄 司	20,121円

経営上より青柳研究所に於て研究した成果は、発明品製造株式会社（京都市上京区岡崎東福ノ川町9番地、大正13年7月31日より京都市下京区西九条院町9番地に移転す）に於て工業生産並びに販売が行われた。役員は次の如くである。

取締役社長 大 滝 新之助

取 締 役 武 居 綾 蔵

取 締 役 藤 山 常 一

取 締 役 大 橋 要一郎

取 締 役 橋 本 正 丸

大正11年の同社の記録によれば次の如く記載されている。

1. 営業種目

発明品、専売特許品及実用新案品の製造販売、加工、仲次委託

2. 営業状況

創立以来4ケ年を経過せるのみにて未だ前記営業種目の各項を実施するに至らず。目下電球材料の一部を製産する外、財団法人青柳研究所の発明にかかる青柳式真空電球並にエコノミー瓦斯入電球を販売しつつあるのみ。従って未だ掲ぐべき程の利益を得るに至らず。

昭和9年には京都市左京区田中大堰町9番地（現在の研究所）に恩賜奨励金を基とせる記念研究所が新築落成された。5月4日の評議会では事務所の位置変更及び特約会社解散を議決している。よって発明品製造株式会社は経営困難のため解散されたものと考えられる。

第2章 青柳研究所の研究活動

青柳研究所時代の研究は主として電球関係に集中され幾多の発明特許を獲得した。以下主なる研究について概要を述べる。

1. 低圧ガス入電球

青柳研究所の発明にかかるガス入電球は差支なき程度までガス圧を小とすることによって、電球中の対流損失を少からしめ、しかも、織条の蒸発を抑制したものであったので、能率は高かった。この故にエコノミー電球と呼ばれた。

電球に於て空間電流やコロナ電流の障害を防止する方法として次のような方法が考えられる。

- (1) 電子及びイオンの通路にその運動を防止する物体を置く方法
- (2) 電場の作用により電子の放出を少からしむる方法
- (3) 磁場の作用により電子をして反対極に到達させない方法
- (4) 空間電流の障害を防止する装置を設ける方法

此の内(1)(2)の方法としては電球の2本の導入線の間中に絶縁物或は金属グリッドを装架し空間電流の障害を防止した。

(4)の方法は極めて簡単であって、導入線の尖端を単にホルン型に作ることによって容易にその目的を達した。而も特筆すべきは球内のステムに塗抹せるアルカリ土類金属の窒化物の作用により極めて簡単に充填気

体及び残留ガスを洗浄して低圧ガス入電球を作ったことである。

2. 白熱弧光燈

白熱電灯と弧光燈を組合せた新しい電灯で大正11年青柳博士・松田長三郎の共同研究に係るものである。

その構造は白熱織条のほかにこれと並列に一對のタングステン弧光電極を架装したもので窒素、アルゴン、ネオン等のガスを充填し且つ水銀の小粒を封入したものである。これを適當の電源に挿入すると織条は白熱され充填ガスを電離し、弧光電極間に弧光を発生する。この際弧光電極に直列に別の織条を入れ、安定抵抗として作用せしめている。

青柳研究所時代に青柳博士の下に研究に協力された方々には、阿部清（京都大学名誉教授）、松田長三郎（京都大学名誉教授）、上林一雄、山崎惣三郎（現応用科学研究所評議員）等の諸氏があり、電球の研究の外、真空計、電流制限器、ネオン管の研究等を行った。

又上記電球に関連してバリウムアザイド（ゲッター）の研究も遂行された。これは現在に於ても電球や真空管の生産に多大の貢献をしている（年賦参照）。青柳博士は昭和8年停年退官後、研究所の経営には並々ならず苦勞せられた。その理由は主として、電球の販売成績が不振で、小資本の電球製造では、東芝等の大量生産方式に屈せざるを得ない状況に追い込まれたからであった。博士は昭和13年頃、御病気で倒れ研究所運営に就て鳥養利三郎博士に後事を相談されて居た。時たまたま昭和14年の夏、鳥養博士が日本高周波重工業株式会社城津工場を視察された際、同社の高橋省三専務より高周波精鍊法に関する研究を委託された。これに付帶して同社の「東京応用科学研究所」（所長菊池秀之）に於て行われていた研究も引継いで貰いたいとの申出があった。そこで鳥養博士は経営難の青柳研究所

の救済案を青柳博士に相談されたところ、青柳博士は非常に喜ばれ一切を鳥養博士に委任し、理事長を鳥養博士に譲り、ここに新しく「応用科学研究所」の誕生を迎えることになった。

第2編 応用科学研究所

第1章 改組創設時代

改組創設時代の経過

昭和14年11月16日、青柳研究所理事長青柳栄司は病気のため辞任し、京都帝国大学教授工学博士鳥養利三郎を後任理事長に指名し、鳥養博士はこれを承諾し、

旧名称 財団法人 青柳研究所 は、

新名称 財団法人 応用科学研究所 に改まった。

記録によれば、改組の理由は次の如く記されている。

「本研究所は従来設立者工学博士青柳栄司の専攻学科たる電気工学に関する研究にその主力を集中し今日に至れり。然るに時局は資源開発特に各種金属材料、各種化学製品等の確保を切望せるを以て本研究所もこの国家的要望に副わんが為め、今後其内容の充実を図るは勿論、電気、物理、冶金、化学等の総合研究に全力を注ぐこととせり。従て従来の名称の儘では其研究内容に関し誤解を受くる虞あるのみならず寄附行為第八条による協力者を得ること困難なり。以上の理由により本研究所の名称を変更せんとす。」とある。

改組当時の役員は次の如くである。

理事長	鳥養利三郎	京都大学教授（電気工学）
理事	青柳 栄司	京都大学名誉教授（電気工学）
理事	大藤 高彦	京都大学名誉教授（土木工学）
理事	斎藤 大吉	京都大学名誉教授（冶金工学）

上述の如く、応用科学研究所の改組は日本高周波重工業株式会社の設立と関係が深いので、以下に当時の経緯を概説しよう。（日本高周波鋼業二十年史参照）

日本高周波重工業株式会社は、初代の専務取締役たる菊池秀之の発明にかゝる原鉍処理法を工業化する目的を以て昭和11年1月に設立されたのであるが、最初から、高周波精錬に就ては学界、業界より疑問と危惧の念が持たれて居た。然しこれを敢て断行し当時の資本金1,000万円の会社を設立した中心人物は有賀光豊、砂田重政、高橋省三の三氏であって、この三人の協力と熱意によって常人では企図し得ないような抱負をもってこの大事業の基礎が作られたのである。会社の設立以前に発明者菊池秀之は満鉄中央研究所を辞し、砂田重政の援助を得て特殊精錬研究所（原鉍処理の研究）及び東京応用科学研究所（高周波電流の化学工業方面への応用研究）を設立し、発明の工業化試験を行っていたが当時の内外の情勢は工業化の遅延を許さず、会社設立と共に同社の主力工場たる朝鮮域津工場を昭和12年8月に建設し、昭和13年1月初めて高周波精錬法による製品を市場に送った。専務取締役の高橋省三は朝鮮に於て利原鉄山を経営し、その粉鉍処理に菊池秀之発明の高周波精錬法を取り上げたのであるが、兎角の批判のある本法に就ての学術的研究は専門の学者に任し、会社としては生産に邁進すべきであるとの信念から、理屈は後廻しにして実行に移った。併しかねてより陸軍科学研究所の多田礼吉中将、佐竹金次陸軍大尉のすゝめもあり高周波精錬法の根本たる電気工学の方面に就ては、高圧放電作用の研究の権威たる京都大学教授鳥養博士の指導を仰ぐことを希っていた。昭和14年頃、発明者菊池秀之は同社を円満退任することになったので、前記の研究所（東京応用科学研究所）の研究一切を鳥養博士を中心とする京都大学研

究グループに御願ひするのが最良の方法であると、当時の砂田重政会長と高橋省三専務の判断により鳥養博士に懇請した。たまたま前記青柳研究所の経営建て直しを青柳博士より依頼されていた鳥養博士は、これを継承して財団法人応用科学研究所が発足したのである。当時、朝鮮殖産銀行頭取有賀光豊は、砂田重政の親友であって、日本高周波重工業株式会社設立の当初より朝鮮に於ける産業育成のため財政面に就て全面的に支援していた人であるが、奇しくも、青柳栄司博士とは同郷の学友であった。後に日本高周波重工業株式会社社長に迎えられた。昭和15年には、応用科学研究所も有賀、高橋両氏を迎えて役員を次の如く改選した。

理事長 鳥養利三郎

理 事 青柳 栄司

理 事 大藤 高彦

理 事 斎藤 大吉

理 事 有賀 光豊

理 事 高橋 省三

かくして、研究所は体制を時代に即応する様に改め各々専門の学者に下記のように研究指導を委嘱した。

冶金・金属関係 工学博士 西村 秀雄

電 気 関 係 工学博士 阿部 清

工学博士 林 重憲

機 械 関 係 工学博士 西原 利夫

化 学 関 係 工学博士 中沢 良夫

工学博士 沢井郁太郎

物 理 関 係 理学博士 吉田卯三郎

これ等の方々のうち西村、阿部、林の各博士は長年月に渉り研究所長、理事として研究所の発展に尽瘁され、研究所今日の基礎を築かれたのである。現在に於ても顧問として研究の指導と後進の育成に熱意を傾けられている。吉田卯三郎博士は終戦後にも研究調査局長として鳥養理事長を補佐されたが昭和23年逝去された。

昭和15年は研究所発足の準備時代ではあったが、逸速く採り上げられた研究題目は下記の如くである。

1. 高周波電流発生装置の研究
2. 高周波並びに低周波電流による製鋼法の研究
3. 放電を利用する光学ガラス製造の研究
4. 半導体、特にセレン整流体の研究

改組創設時代の研究活動

前節に述べたように、研究所発足に際して先づ採り上げられた研究題目は 1. 高周波電流発生装置、 2. 高周波並びに低周波電流による製鋼法の如く、日本高周波重工業会社にとってもその成果を渴望しているものであったことは当然のことであろう。 3. 半導体特にセレン整流体の研究は鳥養理事長が半導体の将来に於ける重要性を洞察され大学に於ける研究室に於て研究を開始されていたものであって、これに就ては次章に於てとりまとめ述べることにする。

以下項目を追って研究活動と成果について述べよう。

1. 高周波電流発生装置の研究

菊池秀之発明の電撃精錬法に用いた火花放電による高周波発生装置の改良に就て、理論及び実験により能率の向上を目標として研究が行われ

た。

鳥養博士指導の下に、岩本国三は回路の理論的研究を電気評論に発表し、又阿部清博士指導の下に山崎惣三郎等は実験的に回路効率の向上に成功し、これが後述の高周波焼入法の研究に多大の功績を残した。

(研究者・阿部清、山崎惣三郎、岩本国三、田坂政隆、高橋石男、坂口実治他)

2. 高周波電流による直接通電製鋼法

菊池秀之の発明に係る製鋼法が追試された。即ち、砂鉄を還元剤と共に開放炉中に納め、これに高周波電流を通電して得られる海綿状原鋼について化学分析、分光分析、顕微鏡試験、及び機械的検査が行われた。

(研究者・西村秀雄、山崎惣三郎、青山八郎)

3. セレニウム整流体の研究

次章に取りまとめ記述する。

第2章 戦前・戦中の時代

戦前・戦中の経過

前述のように研究所は14年の11月に設立されてより約2ケ年の後に戦争の勃発に当面するのであるが、戦時下の約4ケ年間の懸命の研究の後に終戦を迎えることになる。本章に於ては研究所発足の体制の完成した15年頃より、戦争を経過して終戦に至るまでの期間に就いて述べる。

既述のように日本高周波重工業会社に於ける高周波放電による鋼材の生産開始に呼応し、研究所に於ては研究の主力を放電を利用する製鋼法に指向した。然るにその後、に於て低周波放電によっても同様な鋼が出来ること

が明らかとなった。こゝに於て会社が所有する膨大な数の高周波発振器は不要の長物化の運命に向いつゝあった。一方高周波電力の他の応用として先づ採り上げられたのが高周波熔融炉（アジャックス式）であって、会社より派遣されていた田坂政隆、高橋石男、坂口実治がこれに当たった。たまたま、吉田洪二は *Journal of Applied Physics* (vol 11, No. 12, 1940) 誌上に渦流による鋼の焼入についての報文のあるのを知り、昭和16年2月の定例会議に於てこれを紹介した。当時の記録によると出席者は鳥養、吉田（卯）、西村、松田、阿部、吉田（洪）、山崎、坂口、高橋、他6名となっており、目的とする焼入個所だけを加熱するようにエディ・カーレント・コンセントレータなる導体の特設したものである。その後同年6月の定例会議に於て、伊藤薫によって高周波による焼入法について報告があったと記録されている。同氏は鳥養研究室にて研究中応召し、当時名古屋工廠付であって同工廠の15KV Aのアジャックス炉を以て焼入を企図していた。（氏はその後も終戦に至るまで研究所と連繫して高周波焼入の開発に努力したが戦後不慮の火災事故で亡くなった）

17年1月に名古屋工廠より材料並びに供試料到着すと記録が残っている。17年2月の定例会議にはじめて焼入に関する報告がなされている。以下抄録してみよう。「直径1.5 cmの鋼供試体の高周波電流による加熱状態を検するに周波数50キロサイクル程度の場合は供試体全体が略平均に赤熱するが周波数250キロサイクル程度に達するときは供試体の表面が内部より速かに高温度に加熱せらるゝ事を目撃出来た……」とある。現在の高周波焼入が直径1.5 cmの鋼材試験を以て誕生したことを想うと感慨入のものがある。

昭和17年1月、日本高周波重工業株式会社有賀光豊社長は、同社の金看

板たる高周波精錬方式を一擲して低周波方式に切換を断行したが、一朝にして廃物と化した高周波発振装置の償却が損益、資金面から見て頭の痛い問題になっていた。有賀社長は直ちに、この有効活用方法に就て鳥養博士に相談を持ち込んだ。その際鳥養博士が勧めたのが高周波焼入であって、後に航空機生産のため軍の斡旋により全国の有力工場に利用されるに至り発振装置の活用の道が開かれ、終戦後、高周波熱錬株式会社創立の基礎となった。

高周波焼入の研究は、電気と冶金の両方面より行われ、電気関係は鳥養、阿部博士の下に山崎惣三郎、岡本嘉一、瀬川博三、巴田真司、岩本国三等が実験研究に当った。先づ採り上げられたのは放電ギャップの改良であった。従来の銀板間隙による放電ギャップを、水銀を封入した放電管を以て替えようとする試みであった。これを従来のギャップに比較すると騒音は皆無であり、且つ放電開始の時期を電氣的に制御することが出来て、甚だ優秀なものであった。10KV A、20KV のものまで完成した。然るにこれ以上の容量のものになるとガラス管では冷却が追隨出来ず金属管とする以外に対策はなかったので当時の技術よりしてこの研究は中断の止むなきに至った。また、発振回路についてはコンデンサー結合の同調回路を以て降圧し、電流を増大することを試みた。所謂 L_2 を使用する発想である。これは現在に於ても威力を発揮している考案である。なおまた L_2 に1巻きの2次コイルを設けて出力端子としこれに作業コイルを結ぶ方式も考えられた。これは非同調の電流増大方式で、所謂コンセントレータの役目をなすもので、上記回路と共に今日に於てもなお多大の貢献をなしつつある。

冶金、金属関係については西村秀雄博士の指導のもとに山崎惣三郎他の

人々によって基礎的な研究から始められた。まず焼入深度、硬度分布等を測定したところ、大体必要な条件を具備していたので発動機部品の歯車並に栓類に之を実施して、耐久運転をした結果、その成績が良好にして工業化可能なることを確認し、更に複雑なる形状の部品に応用するため加熱コイル及び焼入法が研究された。

又高周波焼入法を実施し得べき鋼の材質の選定並に被焼入面の磨耗度、強度、硬度等の物理的性質を測定し従来行われて居た焼入法と高周波電流に依る瞬間加熱を行った場合の焼入法を比較し本焼入法の鋼の組織に及ぼす基礎的条件が究明された。

このように最初は応用科学研究所に於て、小規模の実験が行われていたところ、昭和18年2月鳥養博士が海軍航空技術廠の伴内大佐との会談の際、焼入技術が話題となって、同氏が研究所を見学したところ、その研究が他より遥かに進んでいることに驚き、急速に積極的工業化を要望するに至った。同年5月、海軍航空技術廠より「航空発動機部品の高周波焼入法に関する研究」の委託を命ぜられた。

一方、戦時下、技術の総元締たる技術院も、此の研究に着目し昭和18年3月10日、技術院第二部より「高周波電流による表面焼入法に関する概報」と題して、次の様な報告を行っている。

(1) 研究の場所

京都市左京区田中大堰町九

財団法人応用科学研究所

(理事長 京都帝国大学工学部長 鳥養利三郎)

(2) 研究の経過概要

右研究所所員阿部清氏(京都大学教授)主担当者となり昭和15年本研

究に着手し関係者協力の下に研究実験継続中にして、現在は電気関係方面の研究は一応確定し、焼入に関する実験に着手しつつあり。

(3) 本法の特徴

高周波電流に依る表面誘導作用を利用せる表面焼入法としては既に周知の如く有名なる「トッコ」法あり、我国に於ても川崎航空機工業株式会社に於て本装置を輸入し陸上用「ディーゼル」曲軸軸に使用中にして、又東京芝浦電気株式会社に於て最近之が試作を完了実験中なるも該方法は 300 K W 程度の高周波発電機を使用せる為、之に要する資材並に経費は膨大にして且其の周波数 2000 乃至 4000 程度（此の程度の周波数にては表面硬化層は 4 乃至 5 耗程度に達し形状も簡単なるものに限る）なるを以て其の用途を著しく制限せられる缺点あり。現在広く利用せられ居らず。

反之本法は特許の電流回路（図略す）を用い市販の 50 又は 60 サイクルを電源とし高周波の減衰振動電流を使用することを最大の特徴とするものにして之に使用する放電管も本研究所の研究になる特許品なり。

本法の長所と認められる点を列举せば次の如し。

(イ) 装置簡単にして所要資材少きこと。

電源として 50 サイクルを用い発電機を使用せざるを以て装置簡単にして所要資材は恐らく「トッコ」法の 10 数分の 1 の程度なるべし。

(ロ) 「トッコ」法に比し周波数遥かに高く且実用価値ある力量のものを容易に製作し得ること。

本研究所に於て其の特許を所有する回路及び放電管を使用せる結果「トッコ」法に比し周波数遥かに高く電力損失少く、能率的にして航空部品等の普及目的に対して充分なる力量を有す。（要すれば数百 K W

の力量のものも容易に製作し得。本法の回路に於ける C_2 、 L_2 の共振回路を有せざるものは小型「アジャクス」炉に用いられ居るものなるも損失大にして「アジャクス」用「ギャップ」及同回路にては 35 KW 程度が最大にして容量大なるものは得られず)

- (イ) 周波数の変更容易にして各種部品を処理する場合に取扱容易なり。

本法に依る周波数は高範囲に変更容易にして現在は 20 万サイクルにて実験中なるも要すれば 100 万サイクルとも為し得。従て相当複雑なる形状 (例えば歯車の歯面) のものも表面焼入可能にして且硬化層の厚さの調整も容易なり。故に各種部品を処理する場合の取扱は装置の簡単なることと相俟って極めて便利なり。(硬化層の厚さは主として周波数の函数なるを以て蓄電器及誘導線輪の変更のみに依り簡単に調整し得)

- (ロ) 現在行わるる表面硬化法に比し操作極めて迅速にして生産現場の労力、資材の節約に資する所、大なること。

本法に依る焼入操作は数秒間にて終了し且「スケール」の附着無きを以て之が一般に利用し得るに至らば現在行われて居る滲炭或は窒化法の長時間を要するに比し労力、資材の節約極めて大なり。

- (ハ) 不足資源の節約に資する所大なること。

滲炭或は窒化に依る硬化法実施の為「ニッケル」其他重要資源を使用し居る現状なるも本法を用うれば之を炭素鋼其他の代用鋼にて広く代替し得る見込大なり。

(即「トッコ」法にて既に明らかなる如く且つ本研究所の研究結果にて示さるる如く、表面硬化層の硬度は炭素鋼 ($C0.4 \sim 0.5\%$) にて R.C.65 程度を得らる)

(ハ) 利用範囲極めて広しと認めらるること。

「トッコ」法の有する利点を本法は総て、その儘有するは勿論(3)項記載の如く相当複雑なる形状にて現在の「トッコ」法を適用し得ざる齒車等にも利用し得る研究結果を有し、且前述の如く所要資材僅少なるを以て必要な場所に容易に本装置を備え得るを以て相当広い範囲(現在考えらるものはシリンダー内面、カム、クランク軸、軸栓齒車、油止筒の溝部等)に本法は利用し得るものと認む。

(4) 今後の所要研究事項

(イ) 誘導子(焼入用)等の適切なる改良に依り磁気効果を更に有効に利用すること、並に所要容量の決定。

普通の目的に対しては理論的には僅少なる力量にて充分なる筈にして本項の研究により航空機の部品に対しては 100 KW 程度を最大所要力量と為し得る見込みあり。之と關聯し目的とする部品に対する所要力量を速かに決定するの要あり。

(ロ) 放電管の改良により容量大なるものを完成すること。

現用の全ガラス製放電管にては冬期最大 50 KW 程度なるも(夏期には温度の關係にて力量低下す)下部を金属製とすれば 200 KW 程度に容量増大し得らること明確にして使用金属に関する研究も行いつつあり。更に要すれば全金属製と為し数百 KW のものも完成の要あるべし。

(ハ) 本法に対する使用材料並に本法により処理せる材料の性質の研究。

「トッコ」法を關しても我国にては極めて限られたる範囲にのみ使用せられ居る結果、本法に対する使用材料としては如何なるものが適当なりや又本法により処理せる材料の疲労強度其他の性質が滲炭処理

せるものと如何なる相違ありや等に就きても充分なる研究は実施し非ざる現状なり。先づ航空機部品を対象として此の方面の研究を実施し資料を得ること極めて必要なり。

(㉔) 各種部品に対する焼入方法に対する研究。

前項と関聯し各種部品に対し作業実施の標準条件及要具等を決定する要あり。

(㉕) 実用装置に関する計画の促進。

現用装置は研究室用にして多量生産用として取扱至便なるものを計画促進の要あり。(自動制御方式等を含む)

(5) 本研究促進上、技術院にて処理せる事項。

本研究の研究状況を調査したる結果、差当りその目標を航空発動機部品に置くを認め、之が促進のため、研究材料の供給、本法による処理品の性質の検討、実用実験等を実施のこととし既に研究材料の供給手配に関し下打合済なり。

(6) 所 見

本法は航空発動機を始め其利用範囲極めて広く之が実用化研究完成の上は各種機械の生産力増強に貢献すること多大なりと認めらるるを以て実用化、促進のため、技術院としては研究助成の方法を講ずると共に、生産用装置の計画、製造に関しても斡旋の要ありと認む。

尚実用化の方策確立迄は現在の関係各部にて緊密なる連絡の下に研究実験を促進し、研究一応完成の上、確實なる資料を以て速かに所要の向に利用せしむる方法を採るを可と認む。

以上が技術院第二部の報告であるが当時の研究所方式の焼入装置と「トッコ」装置との比較を明確にしている点は注目に価する。

戦時下、軍部及び技術院は高周波焼入の重要性を認め、研究打合等の各種の企画がなされた。以下に当時の記録を抄録しよう。

先づ海軍航空技術廠伴内大佐の肝入りで昭和18年6月10日、応用科学研究所に於て研究打合せ会が開催された。

出席者をあげると、

応用科学研究所 鳥養、西村、阿部、吉田(卯)、山崎、山本、青山

海軍航空本部 中村少佐

海軍航空技術廠 伴内大佐、佐藤大尉、水ノ江技師

技術院 花田第二部第三課長

中島飛行機株式会社 渡辺、富岡、中島技師

日立航空機大森工場 鈴木、曾良技師

日本高周波北品川工場 菊池工場長、藤田課長

の方々で、此の会議の結果、海軍航空技術廠としては中島飛行機に於て多量生産に応用し、航空技術廠に於て材質のことを研究することになった。又実用試験を前記中島、日立の両社で行うこととし、資材は海軍航空本部で極力供給に努むることになった。なお、高周波発振装置の整備と焼入装置の改造に就ては日本高周波重工業会社(抵当者 藤田真)が受持つことが決定され、高周波焼入法は一段と急速なる進展を見ることになった。

昭和18年6月28日には技術院の主催にて応用科学研究所に於て陸海軍と民間会社に対し、高周波焼入法の技術公開が行なわれた。

その時の出席者は次の如くである。

技術院 花田第二部第三課長、野村参技官

応用科学研究所 鳥養教授、西村教授、阿部教授、山崎惣三郎、

山本茂雄

陸 軍	陸軍航空本部整備部員技師	塚本 重熊
	技術部員技師	高井 潤八
	第2陸軍航空技術研究所員	吉田健一郎
	第6陸軍航空技術研究所員	菊池 良一
	陸軍航空本部監督官	岡田 定夫
海 軍	陸軍航空工廠員	郷原隆之輔
	海軍航空技術廠	藤沢 光治
	第11海軍航空廠	村田 信 村上 正雄
会 社	中島飛行機東京工場技師	渡辺 栄
	武蔵野製作所技師	小宮 泰昭
	三菱重工業株式会社技師	山本 茂 水谷 太郎
	川崎航空機明石工場課長	西村 文男
	技師	岡本 浩一
	愛知時計発動機部 技師	門間 改三
	石川島航空工業株式会社技師	小林 一典

此の会議で技術院花田課長は航空機生産に本研究を利用し、先づ発動機部品に適用することを提案した。鳥養、西村両博士が電気および金属方面より講演説明し、聴講者の質疑応答があり、愈々本研究が航空機に対して実際に応用されることになった。

また、昭和18年9月4日には航空技術協会主催のもとに、応用科学研究所に於て研究会議が催され、班主任渡利彦四郎氏は研究方針として根本的研究は応研に依頼し、地域的に便利な川崎航空機と川西が、これに協力し

陸海軍と連絡を取りつゝ実用運転及び耐久試験を行なうことになった。当時の出席者は次の如くである。

渡利彦四郎	班主任・川崎航空株式会社
鳥養利三郎	京大教授・応用科学研究所理事長
小林 誠一	陸軍
浅見 平吾	陸軍
山口 秀夫	海軍
佐藤 忠雄	海軍
高瀬 孝次	技術院
野村正三郎	技術院
新名 健吉	中島飛行機株式会社
落合 義郎	中島飛行機株式会社
天野 誠	川崎航空株式会社
岡本 浩一	川崎航空株式会社
小坂 明	川西飛行機株式会社
山崎惣三郎	応用科学研究所
藤田 真	日本高周波重工業株式会社
土肥 松夫	航空技術協会
戸津川良雄	川崎航空株式会社
堀 猛	川崎航空株式会社
高瀬 孝夫	川崎航空株式会社

鳥養博士は研究の重要性に鑑み、昭和18年9月30日に京都大学の専門学者の協力を得るため、大学に於ても鋼の特殊焼入法研究部会を開き下記学者の協力を要請した。

沢村 宏、吉田卯三郎、平田 秀樹、西原 利夫、長尾不二夫、
河本 実、林 重憲。

昭和19年4月13日より4月18日の6日間、応用科学研究所に於て、軍並
に技術院の慫慂に依り、衝撃焼入法（高周波焼入法）の指導講習会を開催
した。

講 師	京都帝国大学教授	烏養利三郎
	京都帝国大学教授	西村 秀雄
	京都帝国大学教授	阿部 清
	応用科学研究所技術部長	山崎惣三郎
	日本高周波重工業技師	藤田 真

此の講習会には、下記のような全国の関係会社の担当者が出席した。

川崎航空機工業明石発動機工場

三菱重工業名古屋発動機製作所

三菱重工業名古屋航空機製作所

第6陸軍航空技術研究所

日立航空機立川発動機製作所

神戸製鋼所神戸工場

日立製作所安来工場

東洋工業株式会社

陸軍航空工廠

日本国際航空工業平塚製作所

川西機械製作所

羽田精機株式会社研究所

デーゼル自動車工業株式会社

久保田鉄工所堺工場
中島飛行機荻窪製作所
第11海軍航空廠第1発動機部
鐘ヶ淵機械工業株式会社
王子精機工業株式会社
第21海軍航空廠
住友金属工業プロペラ製造所
豊和重工業株式会社
豊田自動織機株式会社
関西スピンドル製作所
石川島航空工業株式会社
日立製作所
日本高周波重工業北品川工場

以上のように高周波焼入は戦争突入によって急速な工業化が軍により要望され、応用科学研究所と日本高周波重工業㈱とが中心となって実用化が進められた。その対象は当時緊急に必要なであった航空機であった。実施の経過概略は次の如くである。

最初は発動機部品の小型ピンに実施し次いでクランク軸、中形の歯車、気筒胴など大形の部品を処理し、その確性試験に6ヶ月の期間を要し、更に発動機に組込んでの実用運転試験に6ヶ月を要した。可変ピッチプロペラの翼根歯車をはじめ種々の部品に高周波焼入を実施し良好な成績を納めた。なお実用機に採用された場合、未帰還の飛行機もあって長期間使用後の成績を確認することは困難であった。

最も苦心して50個の気筒胴の内面に本法を実施し川崎航空機工場では2000

馬力の発動機 2 基を組立て完成したが運転試験直前に終戦を迎え、その成果を確認出来なかったのは、かえすがえすも残念である。以上が戦前より戦中に於ける高周波焼入の発展の概要である。

次に研究所創設の時代より終戦に至る間の半導体研究の経過について略述しよう。

半導体の研究は昭和14年セレンウム整流体の試作研究を京都大学鳥養研究室に於て開始したことに始まる。当時半導体と言えば僅かに整流体として亜酸化銅が使用せられ、セレンウムは稀であった。その他にラジオ受信のために鉱石検波器があり、セレンウム光電池が漸く出現した時代であった。勿論半導体に関する理論は殆んど明らかでなかった。セレンウム整流体の製作についてもドイツのプレッサーの特許が唯一の手掛りであって、独創的に事を運ぶを余儀なくされた。セレンウム原材料としてはメルク社の製品に頼っていた。研究題目として採り上げたセレンウム整流体の製作研究の裏には、非直線抵抗体を得ようとする第 2 の目標があった。当時航空機に積載していた発電機は接点で励磁電流を断続して出力電圧を一定に保つ方式（所謂チリル・レギュレーター）が採用されていたが、これを静止器に置き替えたいというのが念願であった。この故に抵抗変化の大きい非直線抵抗体が必要としたのである。

セレンウム整流体の研究を開始して約半年程の後、石井元氏（当時電元社々長、後に電元工業初代社長）が鳥養博士を訪ね、セレンウム整流体の研究について援助を要請した。当時鳥養研究室の半導体グループには吉田洪二、西垣正彦、竹村清、上野満等がいてこれに当たった。この研究はやがて応用科学研究所に引継がれた。昭和19年電元工業株式会社は発足し、会社よりは委託研究費が寄付され、研究所と会社とは密接な関係をもつに至

った。吉田は16年8月応召したが、19年には応召のまゝ、セレンウム整流体研究のため京都大学に長期出張を命ぜられ、本来の研究を続行した。同年9月には高性能セレンウム整流体を発明し、戦時下セレンウム原材料の不足という障壁に対して一つの突破口を提供したが、実施に至らず終戦を迎えることになった。

なお、青柳研究所時代より引継いだ研究にバリウム・アザイドがある。真空管並に放電管製作用のゲッターとして、更に高性能セレンウム整流体にも利用の途が拓かれたので量産の研究がなされ、19年9月には牛尾健次（神戸市舞子町）と契約し、川上昇を担当者として、製造販売を委託した。

日本高周波重工業会社専務取締役高橋省三氏はガラス原料に直接通電することによって熔融し光学ガラスを製造することを企図し、同社朝鮮城津工場研究所に於て研究を進めていたが、応用科学研究所の発足と共に同専務の希望によって、その研究を引継ぎ、会社より山本義一（日本マグネサイト工業株式会社取締役技師長）、荒井鯛八が派遣され、中沢良夫博士、沢井郁太郎博士の指導のもとで研究が続行された。光学ガラスとしては脈理が多いので実用化に至らなかったのは残念なことであった。

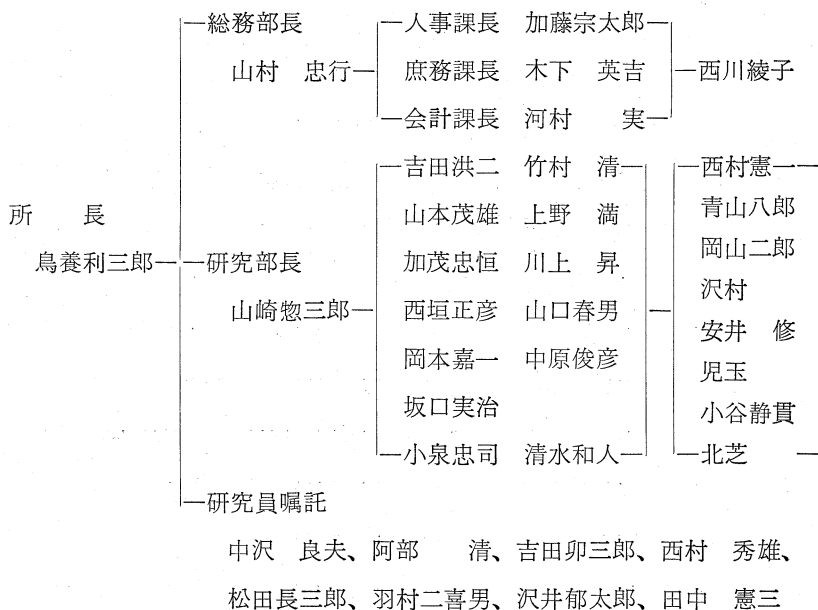
終戦直前の昭和20年3月に於ける理事・評議員および主要職員は次の如くであった。

理事長	鳥養利三郎	京都帝国大学教授（工学博士）
理 事	斎藤 大吉	京都帝国大学名誉教授（工学博士）
	有賀 光豊	日本高周波重工業株式会社社長
	杉本 正邦	日本高周波重工業株式会社専務
	石川 芳次郎	京都府商工経済会理事長

評議員	織田 萬	京都帝国大学名誉教授（法学博士）
	加藤 正治	東京帝国大学名誉教授（工学博士）
	小川郷太郎	衆議院議員（法学博士）
	西 彦太郎	都ホテル重役
	川北 栄夫	元川北電気会社々長
	下郷 伝平	元仁寿生命保険会社々長
	野口 弘毅	帝国銀行重役
	広岡 恵三	大同生命保険会社々長
	岡本 一郎	山口経済専門学校長
	末広 重雄	京都帝国大学名誉教授（法学博士）
	丹羽保次郎	住友通信機重役（工学博士）
	吉田卯三郎	京都帝国大学教授（理学博士）
	西村 秀雄	京都帝国大学教授（工学博士）
	中沢 良夫	京都帝国大学名誉教授（工学博士）
	沢井郁太郎	京都帝国大学教授（工学博士）
	岡本 赳	京都帝国大学教授（工学博士）
	加藤 信義	京都帝国大学教授（工学博士）
	阿部 清	京都帝国大学教授（工学博士）
	松田長三郎	京都帝国大学教授（工学博士）
	羽村二喜男	京都帝国大学教授（工学博士）
	田所 美治	貴族院議員
	土橋 国利	日本高周波重工業機重役
	青山彦九郎	日本高周波重工業機重役
	安井 清	日本高周波重工業機重役

評議員 野中 増一 日本高周波重工業(株)重役
井上 克己 九州帝国大学教授(工学博士)
浅見 義弘 北海道帝国大学教授(工学博士)

当時従業員数は約90名に達する盛況で研究活動も活発に行われた。また組織は次の如くであった。



その他の戦時中に於ける記録事項を抄述すると

昭和16年 8 月 研究員吉田洪二応召す。

昭和18年 5 月10日 海軍航空技術廠より高周波焼入の研究委託命令を受く。

昭和18年10月30日 国家総動員法第25条による試験研究命令を交附さる。山崎惣三郎首相官邸に於ける同発会式に出席す。

昭和19年 6 月

内閣総理大臣東条英樹宛に試験研究費の補助を申請す。

等を挙げることが出来る。

戦前・戦中の研究活動

1. 高周波発生装置の研究

高周波発生装置の研究は研究所発足より常に引き続き現在に至るものより優れたものを求めて研究は続行されているが、この期に於ては放電ギャップの研究と出力を得るに適した回路が研究の対象となった。

(i) 放電管ギャップ

ギャップ発振器に於て放電ギャップは最も重要な部分であるに拘らず殆んど改良が行われていなかった。本研究はH型をしたガラス容器中に水銀を封入し排気した放電管を以て従来のギャップに替えようとする野心的な試みであった。従来のギャップのような騒音を発しないこと、電極の消耗のないこと、起動電極を設けることによって通電の時期をも制御し得るという甚だ優秀なものであった。

10KV A、20KV のもの迄は成功したが容量がこれ以上になると管の冷却が追いつけず管の温度は上昇し、放電し放しとなってギャップの役目を果さなくなる。要するにガラス壁を通じては冷却不能となり金属管を用いる以外に解決策がなかった。大型の金属管の製作は当時多大の困難を伴ったので、本研究は一時中止の形となった。

(ii) 振動回路

電撃炉に於ては負荷インピーダンスは高い、これに反して焼入に於ては負荷インピーダンスは桁違いに低い。従って回路もこれに応じて

工夫のあるべきは当然である。発振回路では、発振電流はギャップを流れるから、電流を少く電圧を大とするのが得策である。よってコンデンサー結合を以て同調回路を作り、発振部の電流は小に、負荷部を大にした。所謂 L_2 を出力巻線とする発想である。更にこれに 1 巻きの 2 次コイルを結合させて非同調的に電流を増大した。これは所謂コンセントレータと同一役目を果しているもので、冷却水の噴射等の作業性から言ってこの方が勝っているため、現在もそのまゝ踏襲されている。

(iii) 大容量発振器

焼入の研究は数 K V A の容量を以て始められたが研究の進展と共に必要とする容量は増加し、昭和 19 年に於ては 300 K V A のギャップ式発振器まで発展した。ギャップは依然細隙式ではあったが、水冷式が採用され、その構造も逐次改良されて保守の容易なものとなった。

(研究者：阿部清、山崎惣三郎、西村憲一、岡本嘉一 他)

2. 高周波電流並びに低周波電流による製鋼の研究

直接通電による鋼の精錬に於て、通電電流が高周波に限るのか、それとも低周波でもよいのかは工費を左右する重大問題である。よって 16、17 年の 2 ケ年に涉つてこの問題について慎重な実験が行われた。まず、原材料中の夾雑物、電流値、通電時間、還元温度等の関係について検討が加えられた。次いで得られた製品の品質と電力関係について考察がなされ、低周波電源にて充分であるとの見解に到達した。また南方産の泥状ニッケル・クローム鉄礦に直接通電してクローム微量のニッケル鉄を得ることに成功した。

(研究者：西村秀雄、山崎惣三郎、後藤英二、田坂政隆、坂口実治、青山八郎)

3. 鋼の高周波焼入の研究

高周波表面焼入を施した試料について焼入深度、硬度分布等を測定し、その実用性を確認し、歯車、栓等を実施した。さらに高周波焼入に適した鉄素材について検討がなされた。また従来の焼入法と高周波による瞬間加熱法とを比較し、高周波加熱の鉄の組織に及ぼす基礎的条件を究明した。上記検討の結果を以って工業化を企図し、各種航空部品、冶工具類について耐久試験を実施した。なお、複雑なる形状のものにも応じ得るよう焼入コイル及び焼入法を検討し、さらに試料の限られた局部のみを加熱するに適したコイルの形状、配置についても研究し、焼入のみならず、熔接、鍛造等の方面に対してもその発展に備えて研究がなされた。

(研究者：西村秀雄、山崎惣三郎、坂口実治、浜田慎効、岡本嘉一他)

4. 鋼の焼割の研究

鋼に高周波焼入を施すに際して、各種鋼材について炭素、燐、硫黄等の元素の焼入効果、特に焼割に及ぼす影響について、基礎的研究を実施した。

(研究者：西村秀雄、山崎惣三郎、坂口実治、浜田慎効、岡本嘉一他)

5. アザイドの研究

青柳研究所時代より引続いた研究であって、バリウム・アザイドは電球、放電管製造に必要な欠くべからざるものとなった。需要量の増加に従って量産方法を研究すると共に、各電球製造会社に之を提供した。さらにバリウム以外の各種のアザイドの製法について研究がなされた。

(研究者：山崎惣三郎、川上昇、渡辺鉄作)

6. 放電を利用する光学ガラス製造の研究

高周波電流をガラス材料混合体に通電し熔融して、光学ガラスを得んとする試みである。先づ小規模を以って試作し成功を納めた。次いで規

模を拡大した。始動に困難があったが、最初適当量の水分を与えておくことによって始動の問題は解決した。更に規模を拡大したが多少の脈理が製品に出現し、これを取除くことは困難であったので本研究は19年を以って中止した。

(研究者：沢井郁太郎、中沢良夫、山本茂雄、山崎惣三郎、山本義一、後藤英二、荒井鯛八、本井嗣郎)

7. セレニウム整流体の研究

セレニウム整流体の研究は昭和15年京都大学鳥養研究室に於て開始された。当時の国内に専門のメーカーもなく、製品の特性も耐圧6Vという甚だ低いものであったが、当研究室では耐圧十数Vの域に到達し、更に性能を向上せんと努力が払はれた。当時レーダー用電源にはセレニウム整流体が用いられていたが、急増する要求に対してセレニウムの生産は追いつけない状況にあった。(セレニウムは銅又は硫酸製造時の副産物であって、セレニウムのみの生産は不可能なことであった)このため、セレニウムの使用量を少なくすることが強く軍当局より要求されていた。

従来より研究所に於ける研究テーマであったアザイドを用いて、カリウム、ナトリウム、バリウム、ストロンチウム、カルシウム等のアルカリ金属又はアルカリ土金属の蒸気をセレニウム表面に触れしめ、これ等のセレニウム化物の薄層を形成して堰層としたものは耐圧が一躍50Vまで向上した。なお上記研究は人工堰層の考えを実地に応用した最初のものであった。かくてセレニウム整流体の性能は約2倍に向上し、セレニウムの使用量も半減し得る見込みが出来たが、やがて終戦を迎えることになり本研究は実施に至らずに終わった。

(研究者：吉田洪二、西垣正彦、竹村清、上野満、小泉忠司)

第3章 終戦の時代

終戦時の経過

昭和20年8月15日、我国はポツダム宣言受諾により終戦を迎えた。本章に於ては昭和20、21年に渉る終戦とそれより立直る期間について記述する。

当時、鳥養理事長は京都大学工学部長、財団法人軸受研究所理事長、京都大学工学研究所長、財団法人生産科学研究協会理事長、照明学会会長等の要職にあり、更に昭和20年11月には京都大学総長に選ばれ、終戦に於ける処理と学制改革のため寸暇も無い多忙の身であった。

当研究所も昭和20年勅令第542号「ポツダム宣言の受諾に伴い発する命令に基づき工場、事業場等の管理に関する法令」により聯合軍に接収されることになった。そして指定施設保全維持に関する件として、昭和21年3月25日文部大臣安倍能成より鳥養所長宛次の通達を受けた。

「昭和21年1月20日附聯合軍総司令部覚書及び1月30日附第8軍司令部指令により、応用科学研究所に於ても爾今右通牒の趣旨に則り当該機械設備其他の施設の管理に万全を期せられ度、依命通牒す。」

此の通達により当所は聯合軍司令部に毎月、研究内容を報告することを義務づけられた。

当時の報告の1部を次に掲げて、厳しかった當時を追想する資と致し度い。

Monthly Report by Research Institute

1) Name

Applied Science Research Institute

(Oyokagaku Kenkyusho)

Foundational Juridical Person

2) Location

No. 9 Tanakaoicho, Sakyoku, Kyoto city

3) Owner

Chief Director R. Torigai

4) General view of research

(as of 1st, June, 1946)

(1) Item

On high frequency current generating apparatus and its application

a. Results

Because of thickness, saws have small heat capacity and large radiation surface, therefore it is rather difficult to increase their temperature adequate for heating and quenching and to treat them by this process without deformation.

Accordingly, it seems inadequate to adapt this method for the quenching of saw in practical use.

The surface hardening of the blade of plane are completed.

The studies on heating and quenching of the blade of farm implements (spade, hoe) are going on.

b. Name of men in charge

R. Torigai

H. Nishimura

K. Abe

S. Yamazaki

(2) Item

On composition of steel optimumly adaptable for impulsive heating and quenching especially on quenching effect

a. Results

b. Name of men in charge

R. Torigai

H. Nishimura

K. Abe

S. Yamazaki

(3) Item

On local heating by high frequency current

a. Results

b. Name of men in charge

R. Torigai

H. Nishimura

K. Abe

S. Yamazaki

(4) Item

On semi-conductors, especially preparative manufacture of selenium base high quality substances.

a. Results

I. As the samples which were made for the substitute of rectifying bulb for radio use were attended with unsatisfactory results after heat run test, the investigations as stated below are going on to increase current capacity

i) Method of manufacturing

under construction of installation

ii) Effects of blocking layer on the characteristics of selenium rectifier

Studies are going on about the surface treatment by ozone

iii) Purification of selenium

Studies are going on about the vacuum distillation method

II. The fundamental problems which are in course of investigation are as follows

i) Copper oxide and copper sulphide rectifier

Under construction of apparatus

ii) Characteristics of selenium rectifier

In course of investigation

iii) X-ray analysis of crystalline selenium

Under construction of apparatus

b. Name of men in charge

R. Torigai

K. Tanaka

K. Yoshida

M. Nishigaki

当所の研究が戦時中、航空機生産に寄与したため、聯合軍に接収されたが、その後の調査により学術研究機関であることが判明したので昭和21年6月17日附を以て、接収を解除される旨が第1軍団司令部より終戦連絡京都事務局を通じ通知された。

かくて、当所の研究は平和産業に向けられ、昭和21年5月に高周波熱錬株式会社の設立と共に研究成果を工業化することになった。又、それ迄、当所の財政的支柱であった日本高周波重工業株式会社社長有賀光豊以下の重役は、聯合軍の命により追放を命ぜられたので、有賀社長は当所の理事

を辞し、当所の役員及び職員は次の如く変更された。

役 員	理 事 長	鳥養利三郎
	常 務 理 事	阿 部 清
	理 事	斎 藤 大 吉
	理 事	石 川 芳 次 郎
	理 事	石 井 元
職 員	事 務 局 長	山 村 忠 行
	研究調査局長	吉 田 卯 三 郎
	第 1 研究部長	山 崎 惣 三 郎
	第 2 研究部長	吉 田 洪 二
	第 3 研究部長	西 垣 正 彦

上述の如く高周波熱錬株式会社には社長に有賀隆雄、常務取締役役に藤田真、砂田四郎の両氏が就任し、19万5000円の資本を以って日本高周波重工工業株式会社とは全く独立して発足した。当初に於ては研究所に於ける焼入設置を同社の京都工場として利用し、坂口実治が工場長の資格で、京都附近にある工場の高周波焼入を受託加工することになった。又、大阪工場の建設に際し、研究所に勤務していた土方利夫、水馬克久が同社に入社した。爾来、同社の幹部として現在活躍中である。

当所は終戦以来、財政的に苦しく、その頃より文部大臣に補助金を申請する一方、高周波熱錬京都工場としての収入によって経営を続けた。

鳥養理事長は京都大学総長の重職にあったが、高周波熱錬株式会社の設立、新電元工業株式会社の経営陣の交代等関係会社の重要問題に就ても適切な指導、助言を与えられ、その間西村秀雄博士（研究所長）阿部清博士、山村忠行常務理事、吉田洪二、山崎惣三郎研究部長等が運営、研究指

導に尽力せられたので危機を乗り切ることが出来た。

終戦、接収と言う大波瀾の影響は当所にも色々の形で現れた。終戦前には90名に達した従業員も、大半辞めて、残る者僅に十数名になった。しかし、高周波熱鍍の設立と共に、爾来両者互いに協力し次章に述べる様に高周波焼入法を全国に指導普及せしめた。

一方、半導体の研究に就ては電元工業株式会社は石井社長が退き、新しく深津五郎社長を迎えて、新電元工業株式会社として発足するに及び、これと共に協力してセレンウム整流体の完成と、新しい半導体時代を迎えるに際して、地味な研究が続行された。

終戦時の研究活動

未曾有の激変を受けた終戦時に於ては、活発な研究は望むべくもなかった。資金に於ても、人材に於ても欠乏の底にあったが、細々と、研究は以下のように続けられた。

1. 鋼の高周波焼入の研究

栓、歯車等の機械部品、鋸歯、ブローチ等の治工具、等の焼入を検討し、鋤、鋏等の片面焼入方法を研究した。

(研究者：西村秀雄、阿部清、山崎惣三郎、岡本嘉一、他)

2. 高周波焼入における焼割れの研究

高周波焼入を施すときに往々にして起る所謂焼割れの現象は重要な問題であって昭和21年以後現在に至る迄続行されている。よって取まとめ次章に於て述べることにする。

3. セレンウム整流体の研究

セレンウム整流体に関連して昭和20年、21年に涉つて下記のような研

究が行われた。

(i) 整流作用、光電作用、非直線抵抗性について基礎的研究を行った。

また継続研究中の高性能セレンウム整流体の試作を完了した。

(ii) 電解的手段を以ってセレンウム層を構成することを試みたが、不純物の混入多く、所期の抵抗値を得られず失敗に終わった。

(iii) 真空蒸溜及び大気蒸溜によるセレンウムの精製法を検討した。

(研究者：吉田洪二、竹村清、上野満、小泉忠司)

第4章 戦後の時代

戦後の経過

本章に於ては昭和22年より現在に至る迄の終戦後の経過について略述する。前章で述べたように昭和20年に終戦を迎え、約2年後の22年に於て漸く正常な歩調を以って研究に発進し得る状態に到達した。

戦後に於ける研究は、(i) 高周波焼入装置、(ii) 高周波熱処理、(iii) 半導体、(iv) その他、に分類されよう。

これ等のうち(i)及び(ii)は我が国に於ける高周波焼入技術発達の歴史そのものであると考えても大過はないであろう。

「高周波電流発生装置および焼入法の発明」によって昭和29年4月、発明者最高の栄誉である藍綬褒章が鳥養、阿部、山崎の3氏に伝達された。まことにむべなる哉、研究所の誇りとして永く記録の止めるべきことである。

昭和32年5月20日には研究所創立40周年の記念式典が挙行され、文部大臣（代理大学学術局長緒方信一）、京都大学総長滝川幸辰博士をはじめと

して多数の来賓が出席さそた。また長年勤続者の表彰式がとり行われた。その式典に於て鳥養理事長より大要次のような挨拶があった。

『大正6年6月22日基本金5000円をもって財団法人青柳研究所が創立されてから40年の星霜がたちました。当時の古いことを知って居る人は甚だ少ないが、昭和14年11月に応用科学研究所に改組されてからも色々の困難に相次いで遭遇し、よくも今日まで持ちこたえて来たものだと思う。大戦中の苦勞、引き続いて米軍による接收、更にインフレの昂進等々並大抵のことではなかった。永年共に働いて来た仲間には思い出のつきぬものがある。にもかかわらず今日まで持ち続けて来ただけでなく、漸く基礎も固まり研究業績も上り40周年記念を祝うことが出来るようになったことは、一に文部省、関係会社等の絶えざる御支持によるもので、私共の感謝に堪えぬところであります』

まことに、青柳研究所の発足より40年、民間研究機関として、意義ある事業を続け、よくぞこゝ迄耐え来ったものである。列席者一同将来の一層の発展を誓った。

昭和40年10月27日、常務理事山村忠行は病氣療養中急逝し、後任に山本茂雄が就任した。山村忠行は昭和19年入所し爾来21年間、鳥養理事長を補佐し戦時中は戦時研究に、終戦時には接收等の窮状を克服した。また終戦後は文部省などの対外接渉に当り研究所運営に力を尽くし今日の基礎を作った。

昭和42年5月16日の理事会に於て、鳥養理事長は老齡のため理事長を後任に譲り度いとの辞意を表明したので、新理事長を理事会に於て互選の結果、林重憲理事が選任された。鳥養理事長は創立以来研究所を総理され、重要問題については指導を必要とするので、理事会の推戴によって会長に

就任を願うことになった。(昭和43年寄附行為一部変更)

昭和42年11月16日鳥養会長は長年文化向上に尽くされた功績によって、文化功労者として東京国立教育会館にて表彰された。

昭和46年、林重憲理事長は健康が勝れないので辞意を表明、又西村秀雄、阿部清両理事も老齢のため後進に道を開き度いとの理由で辞意を表明されたので、3月19日臨時評議員会及び理事会を開催し、新理事に林千博、田村今男を選任し、多年研究所の指導に当られた上記西村、阿部、林重憲博士は顧問として引続いて研究指導に当られることになった。尚理事会に於て新理事長として吉田洪二が互選により就任することになり、新役員を加えて研究所は技術革新の新しい動向に対処し、先輩の残された偉業をつぐことになった。

昭和46年12月に於ける役員・評議員、及び組織の陣容を次に示す。

会 長	鳥養利三郎	元京都大学総長、学士院会員 京都大学名誉教授
理 事 長	吉田 洪二	元大阪府立大学教授
常務理事 (事務局長)	山本 茂雄	
理 事	前田 憲一	京都大学教授
理 事	林 千博	京都大学教授
理 事	村上陽太郎	京都大学教授
理 事	田村 今男	京都大学教授
理 事	藤田 真	高周波熱錬株式会社専務
理 事	青木 三郎	新電元工業株式会社社長
監 事	横田 実	前京都大学事務局長
監 事	浅野 清重	京都大学事務局長
顧 問	西村 秀雄	京都大学名誉教授

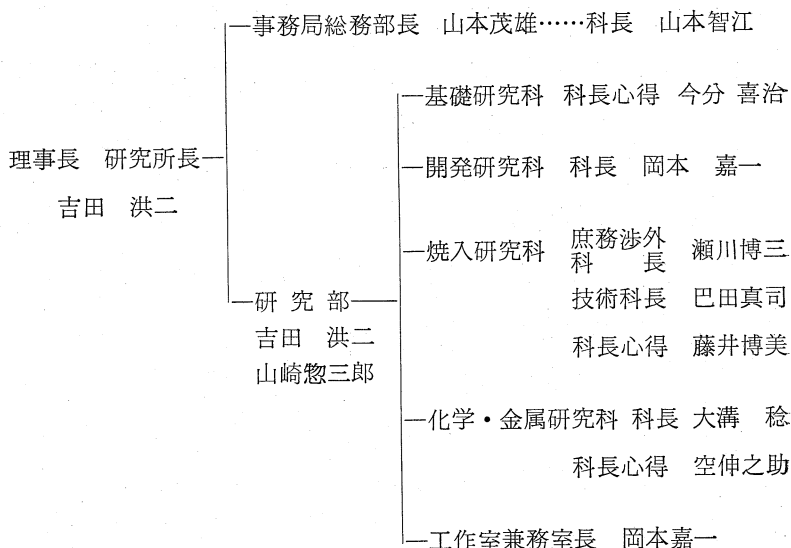
顧問	阿部 清	京都大学名誉教授
顧問	林 重憲	京都大学名誉教授
評議員	坂 静雄	京都大学名誉教授
評議員	大谷 泰之	京都大学教授
評議員	清野 武	京都大学教授
評議員	近藤 文治	京都大学教授
評議員	佐々木外喜雄	京都大学名誉教授
評議員	池上 淳	京都大学教授
評議員	阪口 忠雄	京都大学教授
評議員	坂井 利之	京都大学教授
評議員	盛 利貞	京都大学教授
評議員	足立 正雄	京都大学教授
評議員	木嶋 昭	京都大学教授
評議員	福井 謙一	京都大学教授
評議員	水野 政夫	京都大学教授
評議員	石原藤二郎	京都大学教授
評議員	若林 二郎	京都大学教授
評議員	上西 亮二	株式会社島津製作所社長
評議員	和田 真梶	新電元工業株式会社会長
評議員	和田 昌博	関西電力株式会社副社長
評議員	山崎惣三郎	応用科学研究所嘱託
評議員	萩原 宏	京都大学教授
評議員	石川 清	高周波熱錬株式会社監査役
評議員	本庄金次郎	高周波熱錬株式会社常務取締役

評 議 員 平岡 正勝 京都大学教授

評 議 員 嵯峨 敏郎 高周波熱錬株式会社常務取締役

専任職員数 35名

応用科学研究所組織



戦後の研究活動

前節に於て述べたように戦後の研究活動は、高周波焼入装置の研究、熱処理の研究、半導体の研究およびその他の項目に大別される。まず各項目の研究について概説し、然る後に各々の研究内容について説明しよう。

高周波焼入装置等の電気関係部門に就ては鳥養会長を中心として阿部清林重憲、山崎惣三郎、岡本嘉一等が研究に当った。初期に於ては、主として火花発振装置に関する改良及び自動化等を目標にしたが、その後（昭和36年頃）妨害電波の規正が厳しくなったので、真空管発振装置、更にS C

R、インバータ発振装置の研究に移行した。現在に於ては火花発振器に替って専ら真空管或は電動発電機が実用されている。但し第2章に於て述べたように高周波回路や加熱線輪の設計等は、初期の研究、実績がそのまゝ大いに役立っている。最近は、電動発電機に代るべきSCRインバータの研究が進み、林重憲博士指導の下に若林二郎、菅沼春幸、金山英三等がいち早くその重要性を認め昭和42年工業化に成功した。なお、引続いて周波数及び容量の増大に関して研究中である。

次に熱処理部門については、高周波加熱は表面のみが急速に加熱される従来とは異った加熱方式であるため、未知の分野を開拓して進まねばならなかった。特に冷却の経過は重要なものであった。西村秀雄博士を中心とする関係者一同の努力の結晶として現在の熱処理技術は大成され、輝かしい遺産を残すことになった。昭和21年高周波熱錬株式会社の誕生と共に、藤田真、藪田保、嵯峨敏郎、土方利夫、水馬克久等が实际的なデータを提供しつゝ当所に於ける基礎研究と相俟って、此の方面の研究がほぼ完成の域に到達したことはまことに同慶の至りである。さらに進んでこの成果を活用して高周波熱錬株式会社は新しいPC鋼棒の開発に成功した。これは企業化されたが、直接指導に当られた西村秀雄博士をはじめとして、京都大学教授坂静雄、六車熙、岡田清、同志社大学故中村寛博士等の側面的な指導、協力も寄与するところが大きかった。これこそ電気、土木、建築、冶金、機械の総合的研究の見事な勝利と言えるであろう。

なおまた近い将来に於ては、高周波焼入による熱処理以外に、浸炭、窒化、真空熱処理等を併せ行い、熱処理センターとして広く斯界の指導に当ることを目的として島津製作所の協力によって高級熱処理炉を設置し一般会社よりの相談にも応ずることになっている。

半導体部門については、阿部博士を中心として、高性能セレンウム整流体の完成の後を受けて、三極セレンウム板の研究が開始された。トランジスター発明の報を知って3ヶ月の後に電界で制御される半導体素子が吉田洪二の努力によって発明された。これは電界制御トランジスターの嚆矢で、しかもセレンウムを材料とするものであった。金属チタニウムが我が国に於ても生産されるやこれを用いてチタニウム整流体を発明した。製造工程はセレンウムの場合に比して遥かに量産に適し、且つ性能はセレンウム整流体の2板分に匹敵し、なお200℃の温度にも耐える従来にない特異な整流体であった。日本特許を獲得し、さらに外国特許申請補助金を得て米、英、西独の外国特許を得た。然るに、その後出現したシリコン整流体の優秀性には及ばず実施を見ず埋れ去った。三極セレンウム板の失敗と共に深く反省しなければならぬことである。また最近の研究にはMOS可変容量ダイオードがある。これはバイアス電圧の変化によって数十倍の容量変化をなすものであって、AM域のラジオ受信を目標として研究されたものである。

その他の項目に属する研究としては、可変速度交流電動機、電磁拘束力を利用する連続鑄造方式、三倍周波発生装置等々更に将来の発展を期待されるものがある。

以下に代表的な研究について概要を説明しよう。

1. 鋼の高周波焼入の研究

終戦と共に航空機の生産は禁止されたので、焼入も平和産業へと転向した。

昭和22年には内燃機関の部品、例えば軸類、歯車、キー溝、並びにブローチ及び自転車部品に実施し良好な成績を収めた。

昭和23年には車輛用発動機のカムシャフトの歪輪の直列焼入及び軸類

の連続移動焼入について自動操作に成功した。

昭和24年には鑄鉄を高周波電流によって急速加熱し、これを急速冷却すると、従来の方法では得られなかった組織が出来、硬度を上昇せしめることが出来た。パーライト鑄鉄に対してこのような熱処理をすると磨耗量は $\frac{1}{10}$ に激減した。これは発動機の気筒胴に応用された。24年度には更に新しい発見がなされた。すなわち元来高周波焼入は表面を硬化し耐磨耗性を良くする目的で始められたのであるが、本処理を施すことによって繰返し曲げ疲労強度は増大し、さらに、繰返し衝撃にも強いことが判明した。前者に対しては約10倍、後者に対しては約2倍という結果を得ている。

(研究者：西村秀雄、阿部清、山崎惣三郎、岡本嘉一、瀬川博三、巴田真司、他関係者多数)

2. 高周波焼入における焼割れの研究

高周波焼入を実施して、先づ当面した問題は焼割れであった。この問題は焼入技術の進歩と共に高度の研究を必要とすることが判明し、現在に於ても重要な研究課題の一つである。

昭和21年、22年に涉って鋼に含まれる炭素量と焼割れの関係、更にニッケル、モリブデン、クローム、マンガン等の添加物の量と焼割れの関係が検討された。昭和23年には上記の特殊鋼を油焼入する代りに40℃程度の温水を冷却水として使用し、焼割れの憂いのない焼入に成功した。

また、炭素工具鋼のような1パーセント前後の炭素を含む鋼材に対して水冷却法を以って、普通の焼入法に於けるよりも硬度が高く、微細なマルテンサイト組織を有し、焼割れの憂いの全くない焼入技術に到達した。

昭和24年には表面焼入後に生じる残留内部応力を測定し、引張り最大値が 30 kg/mm^2 程度であることを知った。これは一般鋼の強度限界より小さい値であって表面焼入が心配なく利用し得るものであるとの確信を加えた。

昭和25年には高周波焼入に適する鑄鉄を求めての実験の結果、ニッケル、クロームなどの高価な特殊元素を含有しない普通のパーライト鑄鉄で十分所期の目的を達し得ることを確認した。例えば、C. 3.41%、Si 1.87%、Mn 0.75%の如きものである。

昭和30年には歪の軽減即ち残留応力の軽減について中断焼入をするとテンパリングによるよりも遥かに効力があることを見出した。また特殊鋼の如く変態速度のおそい鋼材に対しては水冷を急ぐ必要はなく、赤熱状態より10秒以上も冷却が遅れても瞬時水冷の場合と硬度が変わらないのみならず内部応力も少なく従って焼割れを防止し得ることを発見した。

昭和33年には従来の炭素量0.3% 或はそれ以下の炭素鋼を高周波焼入すると機械的強度が向上することが判明した。即ち低廉な材料に所要強度を持たすことが出来るので高周波熱錬株式会社はこれをもってPC鋼棒を製造することに着眼し、その研究を開始した。

昭和34年より37年に涉つては表面焼入層と焼入されないで残る内部素地との中間に成生する中間層について検討がなされた。この中間層は複雑な組織をもち、その厚さは一般に $1\sim 2\text{ mm}$ であるが、さらに薄い場合もある。荷重を掛けると、殆んどこの部に於て破断を生じる。加熱温度がこれに及ぼす影響が検討された。更に細い鋼線に直接通電して同様な効果を生ぜしめ硬度と衝撃値を測定した。(日本金属学会々報第1巻第8号掲載)

(研究者：西村秀雄、阿部 清、山崎惣三郎、岡本嘉一、他多数)

昭和38年には「炭素鋼の急熱急冷に伴う現象」を発表し温度、硬度、シャルピー値の関係を明らかにした。

昭和39年には炭素鋼を焼入した後、高周波焼戻しをした場合の冶金学的組織とその分布および加熱温度との関係等の基礎的研究を行った。

昭和40年には短時間焼戻しの場合でも適当に温度を選ぶと普通焼戻しの場合と同様の機械的性質が得られることが判明した。これは工業上極めて有利な現象である。

昭和41年には、低炭素鋼を急速加熱より焼入・焼戻ししたものと従来の炉加熱したものについて時効現象を比較検討した。

昭和42年より45年に涉っては冷却の現象、特に冷却液について研究が積まれた。まず、30C炭素鋼を試料として各種の冷却液、例えば水、トランス油、スーパークエンチ油、P.V.A.液、ソリュブルクエンチ油、ユーコンクエンチ油A等を用いて、焼入温度を種々変化した場合の折曲回数、引張り強さ、硬度が検討された。次いで、各種の試料、例えばK-20、30C、40C、およびSUJ-2等についてスーパークエンチ油を用いて浸漬焼入について検討がなされた。また焼入後の焼戻温度を変化した場合、さらにこの場合に於て冷却液の差異による効果等が詳しく研究された。

3. 高周波焼入装置の研究

昭和23年には漸く活況を呈しつつあつた車軸の焼入に対して電源の開閉、試料の移動送り、冷却水の噴射等を自動的に行う装置が研究された。

昭和25年には大型のものの加熱に対処するため、発振器の並列運転が試みられた。

昭和26年には焼入時の油冷却と同様の効果をねらって水の細粒を噴射することを試み、靱性大に、歪小にして水の噴射と同一効果を挙げることに成功した。また、短時間加熱冷却に応じるため時限継電器を開発した。

昭和27年、28年に涉つては均一加熱を目標として焼入コイルと冷却水の噴射について改良が行われた。

昭和32年より焼入装置の自動化が本格的に進展したのでこれに呼応して温度測定の研究がなされた。まず33年には高周波加熱線輪の生ずる漏洩磁束により間接に被加熱物の温度を測定し継電器を利用して加熱電力の遮断および冷却の自動的操作を行う方法を考案した。

ついで34年には被加熱物の温度輻射による測温方法を検討した。

昭和35年には前記温度測定方法を実際に高周波熱錬株式会社のPC鋼棒の高周波連続移動焼入操作に応用し、加熱鋼棒の輻射エネルギーをピックアップし許容温度範囲を定めて電源側または操作側に帰還して焼入操作の管理を行った。

また密閉型放電間隙の放電面に沿って空気を流通することにより、生成有毒ガスによる腐蝕を防止し、長時間高能率に使用出来る放電間隙を改良考案した。

昭和36年には、鋼棒の硬化深度の非破壊検査法を考案試験した。これは、導磁率および導電率が焼入前のパーライトから焼入後のマルテンサイトに変るとき低下することを利用したものである。

昭和37年、38年に涉っては火花発振装置の妨害電波防止対策の一環として高周波熱錬株式会社と協同で火花間隙の代りにイグナイトロンを用いる試験を行ったが過熱の点で問題があった。

(研究者：西村秀雄、阿部 清、山崎惣三郎、岡本嘉一、他多数)

4. 砂鉄よりイルメナイトを分離する研究

砂鉄は普通磁選して鉄分の多い精鉱を製鉄原料とし残部の尾鉱は廃棄される。昭和27、28年に涉ってこの尾鉱よりチタン原料を得るため、イルメナイトを静電的に分離する研究が行われた。資料として日本高周波鉱業株式会社の淋代産の砂鉱を以ってした結果は TiO_2 30%、全Fe 47%、 SiO_2 1.36% のイルメナイトを80%の歩溜りで回収することが出来た。

(研究者：西村秀雄、林 重憲、山崎惣三郎、山本茂雄、田辺定男、若林二郎 他)

5. イルメナイトより四塩化チタンを得る研究

昭和29年、30年に涉ってはイルメナイトよりチタン原料たる四塩化チタンを得る研究が行われた。金属チタンをクロール法によって製造する場合、その原料である四塩化チタンの製造が問題となるが、当所では国産砂鉄中より回収したイルメナイト ($\text{TiO}_2 > 35\%$ 、全Fe 41~43%、 $\text{SiO}_2 < 2\%$) を原料として高チタン滓を製造しその塩化試験を実施した。低温度で容易に塩化し得ることを目標として25KVAのジロー式電気炉を用いチタン滓を製造し TiO_2 85% 以上のものが比較的簡単に得られたので工業化試験を進めんとし、補助金の交附を申請したが容れられず実験中止の止むなきに至った。

(研究者：西村秀雄、田辺定男 他)

6. フェライト磁心材料の研究

昭和29年より32年に涉る間、高周波焼入に用いる目的をもってフェラ

イト磁心の研究が行われた。即ち、加熱コイルに対して磁心を補助的に使い、その磁気抵抗を減小せしめ、多量の磁束が通じるようにするか、又は磁束を所期の個所に集中せしめる役目を果すものである。従来の高周波用のフェライト磁心は導磁率は高いが、高温に於て損失が大きく、また、耐熱、耐水性が充分でなかった。作業コイル付近は焼入による輻射熱を受けると共に、冷却水の噴射を受けるので、このような苛酷な条件に耐えるフェライトが必要なのである。酸化鉄を主とする原料を1300℃に加熱し、焼結して後粉碎した。マンガ、亜鉛・マグネシウムフェライトである。合成樹脂の適量を加えて所期の形に作るか又は加熱コイルの必要とする部分に接着して用いる。オーケン・コアと称して市販し好評を得ている。高周波コイルに対して用いるとそのインダクタンスは増大し、コンデンサーの容量を小ならしめることも可能である。

（研究者：西村秀雄、阿部 清、山崎惣三郎、岡本嘉一、西川正雄）

7. 白金—白金モリブデン合金熱電対

昭和31年、32年に渉る研究で、高温測定用の熱電対である。従来の白金—白金ロデムよりも起電力大きく、安定、にしてより安価な白金—白金モリブデン合金熱電対を発明した。白金モリブデン合金の融点の測定、X線分析、顕微鏡組織の研究によって従来全く不明であったこの2元合金の状態図は明らかとなり3.5%モリブデンに於て上記起電力が最大となることを知った。（昭和31年4月金属学会にて発表）

（研究者：西村秀雄、木村啓三）

8. 軸受鋼の加工と熱処理に関する研究

昭和32年の研究である。軸受鋼の熱処理工程の改善の研究で冷間加工

の出来る程度の軟化焼鈍 (Ac_1 点以下) を施し、パーライトの状態で冷間加工により内部歪を支え、炭化物が拡散均一化し易い状態にし、然る後 Ac_1 点以上の温度で球状化さすのである。かくして球状化された炭化物は成分的に均一となり、材質の改善に役立っことが確められた。

(研究者：西村秀雄、田辺定男)

9. 高純度シリコンの製造法とその利用に関する研究

昭和34年、35年に涉って $SiHCl_3$ の製造、およびこれより純 Si を製造する研究が行われた。

高純度の Si の製造には $SiCl_4$ を用いるよりも $SiHCl_3$ を用いることが遥かに都合がよい。よって $SiHCl_3$ の製造法を研究完成した。即ち粗 Si 粉末に、 Si より Cl_2 に対し親和力小さく Si に固溶することの少ない金属例えば Ni 、 Co 、 Mn のような金属と Si との金属間化合物の粉末を 1~10% 混じこれを共晶温度以下で還元気流中または不活性ガス中で焼結して得た原料を $250^{\circ}C \sim 375^{\circ}C$ に加熱して HCl ガスを作用せしめることを特徴とする三塩化シランの製造方法である。

次いで三塩化シランより高純度の Si を製造する方法を発明した。従来法よりも低温度で反応を生ずる経済的な方法で Si 又は Si 合金に乾燥 HCl ガスを通じて作った粗三塩化シランを不活性ガス (例えば H_2) を媒体として低温分溜して不純物を除去精製しこれを約 $750^{\circ}C$ 以下に加熱することにより Si を分解生成せしめるものである。

昭和36年には上記方法を応用して銀板上に多結晶 Si 層を構成し、且つこの層に不純物を拡散して PN 接合を形成せしめてダイオードを作った。

(36年3月 大阪府立大学紀要に発表)

(研究者：西村秀雄、吉田洪二、大溝 稔、河村孝夫)

10. チタン合金の高周波焼入に関する研究

昭和41年より43年に涉り、チタン合金に対して高周波加熱を施して表面硬化層を得る研究が行われた。

Ti-25wt% Fe 合金および Ti-5wt% Fe 合金について試験を行った。950℃より水焼入れ後高周波加熱によって表面層を400～500℃に加熱し表面層にのみ ω 相を析出させようとしたが、加熱部は硬化するが、内部まで硬化されやすく、表面層のみを硬化させることは困難であった。表面層のみを100～800℃に加熱し、 β 固溶体化した後水焼入すると、冷却途中表面層の β 相より ω 相が成生し1～1.5mmの厚さで表面硬化層を作ること成功した。

(研究者：西村秀雄、足立正雄、山崎惣三郎、岡本嘉一)

11. アルミニウム合金の高周波加熱の研究

昭和41年より43年に涉り、溶接・構造用材料であるAl-Zn合金について、高周波加熱（急速加熱）の効果が研究された。Mg、Agの微量を添加したAl-Zn合金を450～300℃から水冷し室温に放置するとGPゾーンは急速に成長する。これは焼入温度が高い程速くある一定値に達する。またこの値は焼入温度が高い程小さい。Mgを添加するとGPゾーンの成長は著しく遅くなるが一定値に到達する。そして焼入温度の高低による効果は殆んどない。

(研究者：西村秀雄、村上陽太郎)

12. ハンダ付けに関する研究

最近の電子機器の配線におけるハンダ付け箇所は莫大な数に増加しつつある。而してハンダ付け部の事故による機器の遊休期間はこれに従って増大している。この種のハンダ付けが外れる原因を明かにすると共に

信頼度の高いハンダ付け方法の確立を目標として研究が昭和41年より44年に涉って行われた。

Pb、Sn系ハンダ中に含有する不純物の影響および溶融層と銅線の断面積との関係などの基礎的問題を明らかにし、高周波ハンダ付け装置および直接通電式装置を試作した。銅および金に関するプリント板と線のハンダ付けを行い、溶着後の引張り強度を測定した。通電方式として可動電極と試料（銅または金線）の間、また試料に通電しないで可動電極とハンダの間に通電する方法について実験した。後者の方法により機械的強度の大なる良好なハンダ付けが得られた。

（研究者：阿部 清、水野政夫、山崎惣三郎、松村嘉高、北島幹夫）

13. PC用低炭素鋼線に関する研究

高周波熱錬株式会社藤田真、水馬克久等の開発した上記PC鋼線について、同志社大学教授故中村宏博士の協力を得て、昭和40年、41年に涉って研究がなされた。

内容は引抜きに関する研究、応力遅延に関する研究、応力腐蝕に関する研究、亜熱間引拔法及びダイスレス伸線法の研究等である。

（研究者：西村秀雄、中村 宏、山崎惣三郎、水馬克久、山崎隆男）

14. SCRを用いた高周波インバーター回路の研究

昭和41年より高周波大電力インバーター回路の研究を開始し、昭和42年には5000HZ/S、15KV A のインバーター の試作に成功した。更に5KHZ、60KV A のブリッジ形インバーターを試作し、実用化試験に成功した。

（研究者：林 重憲、若林二郎、菅沼春幸、金山英三）

15. 高周波プラズマの研究

昭和40年、阿部清博士の指導によって高周波無電極放電によるプラズマ・トーチを得ることに成功した。この高温の熱源を化学反応に利用することが京都大学鍵谷助教授の指導のもとに行われた。即ち、メタンよりアセチレンを製造すること、アンモニアからヒドラジンを製造すること等試みられたが工業的成果が期待されないので研究は昭和42年を以つて中止された。

(研究者：阿部 清、鍵谷 勤、菅沼春幸、坂田親治、金山英三)

16. セレニウム整流体の研究

昭和22年には活材の混入されていないセレニウム、及び混入したものについて固有抵抗を測定し、活材の効果を検討した。(例えば前者は $3 \times 10^3 \Omega \cdot \text{Cm}$ 、後者は $5 \times 10^2 \Omega \cdot \text{Cm}$) また、ポリビニール・アルコールの薄膜をセレニウム表面に作り人工堰層とした整流体を研究した。

昭和23年にはセレニウムを精製するに当つて、大気蒸溜に於て水蒸気を噴射し精製セレニウム中に二酸化セレニウムが混入するのを防止する研究を行った。またセレニウム整流体の製作の最終段階に於て逆電圧を加えて、逆耐圧を増加する所謂エーディング曲線について検討した。

昭和24年にはセレニウムに活材として添加する塩素の量とセレニウムの固有抵抗、活性化エネルギー、及び整流性との関係について検討し、整流素子として最大の出力が得られる添加量を明らかにした。逆方向に対しては活剤の量が大なる程抵抗は小となり、順方向に対してはある定まった量に於て抵抗が最小となる。これはセレニウム自体の固有抵抗を最小とする値と一致する。整流体として最大出力を得る特性を与える活剤の含有量はセレニウムの固有抵抗値を最小とする量と異り約その1%で

あることを確めた。

なおセレンウム整流体の電極金属の影響、結晶化温度の影響、電圧の分布、特性の劣化等整流体素子製造に必要な各種の項目について検討を行った。

昭和25年にはセレンウムの表面準位について研究した。セレンウムと各種金属との接触電位差よりセレンウム表面に於ける反転層の有無を論じた。

昭和26年には Sn、Sb、Pb のセレン化物についてセレンウムの含有率と起電力との関係を測定し、電導型式を決定した。

昭和27年にはセレンウム表面にゲルマニウムの薄層を蒸着した整流体を検討した。

(研究者：吉田洪二、竹村 清、上野 満、小泉忠司)

17. 酸化チタニウム整流体の研究

昭和28年より39年に渉る一連の研究である。

昭和28年頃には本邦に於ても金属チタニウムの生産が開始された。チタニウム表面を不完全酸化して半導体化し、これを以って整流体を製作し、当時全盛であったセレンウム整流体に対抗しようと試みた。なお当時チタニウム整流体に関する研究はバッテリー研究所より出された一報告があるのみであった。

チタニウムを採り上げた第1の理由は我々はセレンウム整流体の製造には如何に熟練が必要であるかを知り過ぎていたこと、および鉄板上へのセレンウム層の形成法は量産には不適當であった等の理由からであった。詳言すると金属チタニウム板を酸素不足の雰囲気中で加熱することによってチタニウム表面は酸化チタニウム半導体となり、酸化せずに残

ったチタニウムはそのまゝ底極となるという工程の容易さが大きな魅力であったからである。

第2の理由は酸化チタニウムはセレンウムより遥かに温度上昇が許されるので、高電流密度で使用が可能であると考えたからである。

不完全酸化の方法として先づ水蒸気雰囲気中で酸化することを試みた。対向電極としては先づ鉛等の点接触を採用した。面接触では短絡するからである。逆耐圧はセレンウム整流体に比べて数分の一に過ぎなく、低圧大電流の傾向をもつものであった。

上記のように表面を半導体化したチタニウム板表面を更に磷酸アンモン又は磷酸アンモンの水溶液を以て電解酸化を施すと短絡は消滅し、面接触の電極が使用可能となった。更に硝酸ソーダ等を用いて熔融塩電解を施すと半導体層はルチル化し耐圧40Vにまで上昇し、セレンウム整流体2枚分の性能をもつものが出来た。電極の構成も先づ水金焼付を施し、更にその上に金属溶射を施して高電流密度に耐えるようにした。

酸化チタニウム整流体の熱特性は優秀であって、現在に於ても実用整流体中で最高位にあり、200℃に耐える。さらに特異な性質として注目されるべきものは、200℃に於て整流の能率は最大となることである。

本整流体は種々の長所を持つ故に優秀発明として通産省より外国特許申請の補助金を得て、独、米、英3国の特許を獲得した。小規模ではあるが量産を試みた結果は良品の歩留り不良という壁に当面した。工程を仔細に検討した結果、製品のバラツキは原材料の純度にあるとの結論に到達した。原材料の純度は僅かに99.5%程度であって、これを以て半導体を作ることの無理なことは自明のことであろう。少なくとも5ナイン程度の金属チタニウムを工業的に作ることは研究所の能力以上のものが

あるので一応本研究中止したが、その後チタニウムの真空蒸着で純度は改良されることを発見（チタニウム・コンデンサーの項参照）したので希望はある。然しその後に於てシリコン整流体の出現によって、耐圧数十V級の整流体は存在価値が薄弱なものとなってしまった。

（研究者：吉田洪二、河村孝夫、奥田昌宏）

18. チタニウム電解コンデンサー

昭和29年に至って本邦に於てもチタニウム箔の製造が可能となったので、アルミニウム電解コンデンサーに替るものを目標とし29年、30年に涉って研究が行われた。酸化チタニウムの誘電率は酸化アルミニウムの約20倍であるから、コンデンサーの小型化を目標としたのである。

チタニウム板表面を清浄とし、イオン交換樹脂を以って精製した水を以ってリン酸アンモンの水溶液（1～5%）を作り、これを電解液として、チタニウム板を定電圧化成し最終電流に到達するまで陽極酸化する。化成を終った箔は陽極とし、アルミニウム箔を陰極として、両極間に和紙をはさみ、これにリン酸アンモンを溶解したエチレングリコールを含ま浸せしめて再化成を行つて工程を終了する。

静電容量はアルミニウムの場合のように化成電圧が大となるに従って減小する。このように電解的手段を以つて酸化を終了した試料を炉中で加熱した後、再び液中に入れて陽極酸化を施すと容量は著しく増大することを発見した。炉中加熱を5分と限定すると、加熱温度550℃以下に於ては殆んど容量の増加はないが、550℃を起すと温度の上昇と共に容量は急激に増加する。加熱時間が550℃以下に於ても加熱時間を長くすれば容量の増加が認められる。電解的手段を以つて作られた酸化チタニウムは加熱によって結晶構造を変じてルチル化するものと考えられる。

300 V 化成の場合 $3 \mu\text{F}/\text{cm}^2$ の容量を持たしめることが出来た。

漏洩電流は意外と多く酸化アルミニウムに比べると数倍乃至10倍もある、500 V 化成で周波数10キロヘルツに於て誘電力率は約0.005である。この理由は金属チタニウムの純度が良好でない (99.5%) ことに原因するものと考えられる。

その後、チタニウム整流体の研究中、真空蒸着法にて構成したチタニウム層は純度が向上していることを認めた。これをコンデンサーに利用すれば洩漏電流の減少が期待される。

(研究者：吉田洪二、河村孝夫)

19. 三極セレンウム板、三極チタニウム板

昭和23年より30年に渉る研究である。まず三極セレンウム板、次いで三極チタニウム板の研究へと進展した。本研究はトランジスタの発明 (昭和23年) に刺戟されて行ったものである。トランジスターの発明以前に於ても二極管と整流板との類似性より、整流板に、さらに制御極を付加しようとの考を抱くのは当然のことで、再三試みたが実験はいづれも成功しないまゝ放置した。トランジスターの発明を23年9月に知り、ゲルマニウム (当時入手不能) ではなく、セレンウムを以て実験に着手し同年末には増巾作用を確認した。第1報を24年10月、電気学会関西支部連合大会にて発表した。(24年4月特許出願、26年3月許可となる) 本発明の原理は当時のA型トランジスターとは異り電界制御を利用するもので後に発明されたフィールド・エフェクト・トランジスター (F., E., T) に先駆けたものであった。

セレンウム整流素子製作工程中の対向電極構成直前の基板表面に、錫、又はアンチモンを真空蒸着して主極とする、これと $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm}$ の距離

を距ててアルミニウムを蒸着して制御極とする。上記距離をとるには、先づ作られた主極表面にポリビニール・アルコールで薄膜を作りこの上に制御極を蒸着する方法を試みた。この形式のものをD型（ドライ型）と呼ぶ。主極を基板全面に構成し、僅かに導電性をもつ油を紙に浸ませてその上に置き、更に適當の（例えばアルミニウム）金属板をその上に重ねて制御極とする。この型式をW型（ウェット型）と呼ぶ。何れも主極に逆圧、制御極に順圧が加えられたときに増巾作用を呈する。D型では主極と制御極との重なり合う部分のみが動作に関与する。従って後者の方が大きな出力を得ることが出来る。

制御原理については素子を油中に入れ、制御極を素子より離して設け、これに高電圧を印加する場合の実験より電場制御であることが実証された。また、主極を構成する金属として錫、アンチモンの如きセレンウムと作用し易いもののみが制御作用を有することより、主極下に生成されたセレン化物とセレンウムとの境界に出来た堰層に対して印加電場が作用し、制御作用を呈するものであると推論した。

素子の電力利得は約20デシベルで、2段増巾を以ってマグネチック・ピックアップの入力を増巾して、ダイナミック・スピーカーを動作せしめることに成功した。

素子の構造よりして増巾は可聴周波の域に限られている。致命的欠陥は使用中に出力は漸減し、寿命は100時間という短命であった。原因はセレンウムは活性が強く主極金属は逐次セレン化物と化してゆくためと考えられた。かくてセレンウムより遥かに活性でない酸化チタニウム半導体を用いて寿命の延長を期することになった。酸化チタニウムはN型半導体であるため、素子の極性をすべて逆にすると、同様な作用が認め

られた。当時はトランジスターに関する理論は確立されていない時期であって、上述のようにN型の場合にP型の場合と極性を逆にして同様に作用するという事実は、この素子は半導体の理論に従って作用しているという重要な確証となった。酸化チタニウムの場合はセレンウムに於ける程、利得も得られず尚研究すべき点が残っていた。ゲルマニウムトランジスター、次いでシリコントランジスターの発展と共に本研究には終止符が打たれた。

(研究者：吉田洪二、北尾照子)

20. 酸化チタニウム熱電素子に関する研究

熱エネルギーを電気エネルギーに、或はその逆に電気エネルギーを熱エネルギーに変換するのが熱電素子である。後者の用途の一例として電子冷凍がある。従来この目的にはビスマス・テルル系を始めとして各種の半導体が用いられたが、何れも高価となり実用とはならなかった。理由は熱電素子の場合にはトランジスターやダイオードの場合と異り多量の半導体を要するので、高価とならざるを得なかったのである。即ち熱電素子の材料としては低価格のものを選定すべきことが第一の条件であらねばならない。このような観点に基いて本研究は昭和41年、42年に涉つて行われた。

酸化チタニウム整流体の研究に関連して、酸化チタニウム半導体の塊を作りその性質を検討したところ、熱電能が大きく熱電素子として利用し得る可能性を発見した。

酸化チタニウム粉末と金属チタニウム粉末とを所期の割合を以って混合し、これを加圧成形し、アルゴン雰囲気中にて仮焼結し、次にこれをアルゴンアーク炉を以って溶解する。次いで粉碎して所期の形に加圧成

型し、1600℃にて焼結し、最後に両端に電極を構成する。

熱電能と組成との関係を検討した。酸素対チタニウムの原子比 0 — 1.33の範囲のものはN型であるが、1.33 以上 1.6程度まではP型で、それ以上では再びN型となる。P型よりN型に反転する原子比は温度に左右され、200℃ 以上ではすべてN型となる。最大の熱電能を与える原子比はP型では1.4、N型では1.9である。室温に於ける熱伝導率を実測して性能指数Zを計算するとP型については 3.7×10^{-4} (1/度)、N型については 2.0×10^{-3} (1/度)を得た。これを現在用いられているビスマス・テルル系のものと比較するとN型のものは殆んど同様であるが、P型は劣る。

固有抵抗の如何は熱電素子の能率に大きな影響与えるので可及的に小であることが望ましい。酸素対チタニウムの原子比と固有抵抗の関係、焼結温度と固有抵抗の関係、添加不純物と固有抵抗の関係を検討した。P型に対しては銅、亜鉛の数パーセントの添加は抵抗値を減小せしめることを知った。機械的の強度はN型のものはよいがP型は脆弱で尚不充分である。

結論としてはN型は機械的強度及び熱電能より実用可能であるが、P型については尚改良が必要である。

(研究者：吉田洪二、河村孝夫)

21. チタニウム薄膜コンデンサーおよびダイオードの研究

昭和41年電子ビームによる真空蒸着装置を完成した。昭和42年、43年に涉ってはこれを用いてガラス板又はセラミック板上にチタニウムの蒸着膜を作り、その表面を電解酸化によって、絶縁体化し、或は半導体化してコンデンサー或はダイオードを構成した。本研究は集積回路を目標

としたものであって、チタニウム膜を以って抵抗、コンデンサー、ダイオードを作成することは可能であり、更に将来に於てはトランジスターも亦可能の見込みがあるからである。同一材料を以って上記のような各種の素子の製作が可能であることはチタニウムのもつ大きな特徴である。

コンデンサーについては化成電圧 50 V にて約 $0.33 \mu\text{F}/\text{cm}^2$ の容量をもち、もれ電流は印加電圧 10 V にて $10^{-3} \mu\text{A}/\text{mm}^2$ 、誘電力率 100 K H Z にて $10^{-1}\%$ 程度のものが得られた。

ダイオードについては対向電極として金を用いたものは逆特性がよく、アンチモンを用いたものは順特性がよい、逆電流は時間経過に従って化成が行われて減小するが、約 10 秒にて一定値に到達する。温度と整流性の関係を検討した。

(研究者：吉田洪二、河村孝夫、溝口政志)

22. シリコン・エピタキシー層の研究

昭和 37 年より 42 年に渉る研究である。先ず高周波炉中に置かれたシリコン単結晶表面に純水素と 4 塩化シリコンの混合ガスを触れしめこの上にエピタキシー層を作ることを試みた。エピタキシー層に生じる異常成長が検討された。数十 ohm cm 以上の固有抵抗のものを得ることは困難であった。原因は不純物と考えられた、よってシリコンを電子ビームで加熱して気化して蒸着せしめる方式とし、さらに試料シリコンの加熱にも電子ビーム加熱方式を採用し、且つ超高真空ポンプを用いるなど不純物の混入を極力避けた。固有抵抗 1 ohm-cm 以下の N 型エピタキシー層を得ることが出来た。

(研究者：阿部 清、吉田洪二、大溝 稔、小島直身)

23. 可変速度交流電動機の研究

可変速度（特に低回転速度）の交流電動機の開発を目的とする研究であって、昭和42年に開始し現在に及んでいる。

一般に交流電動機において、回転数を小とするには極数を大とするか、周波数を小とすればよい。そのいずれを採つても電動機の寸法は大となるのを脱れることが出来ない。然るに極性を交番しながら回転する磁場（これを交番極回転磁場と呼ぶこととすると、通常の回転磁場は定極回転磁場とでも名づけられよう）を利用する電動機を創案発明した。本発明においては回転磁場の周波数は電動機の回転数に対応し、極の交番周波数は電源の周波数に対応するものであって上述の電動機の寸法が大となるという難点は解消される。

一例を説明すると、単相交流電源を3相の低周波を以って変調して得られる各相を3相交流電動機の固定子巻線に加える。回転子巻線には上記と同一の単相交流電源が加えられる。変調周波数を以って電動機は回転する。単相60サイクル、200V、4極、400Wの電動機を試作した結果は、毎秒2回転より同期回転の間を連続的に回転数を変化することが出来た。しかしながら、なお改良を要する点が残っている。その1は低速回転に於て均一な角速度を持たないこと、その2は負荷の変動があった場合に同期が外れ、逆回転をする場合があることである。

逆回転防止の手段として、ある方向にのみ回転するボール・ベアリングを採用し、あるいは逆方向のトルクの発生した場合にはこれを検出して回転子の極性を切換えることを試みたが現在においては逆回転を完全に防止するに至っていない。

（研究者：吉田洪二、岡本嘉一、長沢隆男）

24. 三倍周波発生装置の研究

三相交流の各相の波形を重畳するとその一部には三倍周波の波形が出来る。これを S. C. R. を以つて摘出すると単相の三倍周波の交流が得られる。原理的には三相に限らない。N 相交流電源があればこれにより N 倍周波の単相交流が得られる。昭和42年モデル実験の結果は良好で誘導負荷に対しても所期の成績が得られた。現在は容量を 5 KW 程度に増大して実験を進めつゝある。

(研究者：吉田洪二、岡本嘉一、奥田昌宏)

25. MOS 可変容量素子

昭和42年より MOS 構造による可変容量素子の研究に着手し、現在基礎実験を終了し試作品の製作を進めつゝある。シリコン単結晶の表面に約 100 Å の熱酸化層を作りその上に真空蒸着法を以ってアルミニウムを蒸着して対向電極としたダイオードで、これに逆圧を加えて容量として使用する。約 0.1V のバイアス電圧を以って上記酸化膜はトンネル現象を起して誘電的性質を失い欠乏層が容量を担当するため容量可変率は大きく数百倍にも及ぶ従来に例をみない特徴をもつものが得られた。各種の用途が期待されている。

(研究者：吉田洪二、奥田昌宏、今分喜治)

第3編 回顧談

応用科学研究所50年史座談会

本稿は応用科学研究所に於て鳥養先生、西村先生、阿部先生を中心として数回に渉って行った回顧談を根幹とし、関係会社諸氏の談話を加えて座談の型式に纏めたものである。

(文責 在 吉田)

阿 部

青柳研究所の大正15年迄の研究の主体は、電球でありましてタングステンヒラメントから出発しました。冶金の渡辺先生（当時京大教授）の御協力を願って酸化タングステンを作る研究からはじめたのでありますが、還元して粉をこしらえて機械教室の松村先生（当時京大教授）の処へお願いをしてプレスしてもらい、ロッドとし、1000度位でベーキングし、通電してシンターしました。これが有名なクーリッジの発明なのですが、膨張するものですから一方の電極を水銀にして何千アンペアーを通電して温度を上げます。詳しいことは照明学会の大正9年の第3号に報告してありますが、研究所としてはクーリッジの特許を逃れるために、二本並列にしてタングステンの棒でつないでシンターする方法を採りましたが、事實は電磁力のためロットが曲ります。曲らずに一本でやる方法は当時としては、どうにもならなかったのでありますが、今から考えると高周波で20キロワットばかりの炉があれば、訳なしに出来たことです。

こんなことでシンターの研究をしていましたが、場所は大学の作工場と

製図室との間にあった電池研究室でしたが、これはたしかに青柳先生と近重先生とが寄付金を集められ研究室を建てられたのですが、どの位かかったかは私は学校を出たばかりで知りませんでした。他に斉藤大吉先生も関係していられたのですが、隣には先生が使っていた大きな孤光炉がありましてそのための2000キロのトランスがありました。これがあとで、私がヒューズの研究をするのに役立ったことになりました。その時代は直線ヒラメントの電球でしたが、これはガスを入れますとコンベクションロスが多くて問題にならないのです。ガス入り電球を作るにはどうしてもフィラメントはコイル状にしなければなりません。アメリカでコイルの電球が出来ましたので我々もこれを作るため東京のコイルマシンを作る会社へ出かけました。その会社で山崎君が当時工業学校を出たばかりでコイルマシンのことにとりかかっていたので、山崎君を研究所へ呼んだのですが、それが丁度大正11年のことです。それより前に上林一雄さん、全田積さんが居ました。その当時には化学の福島さんもいましたが、この方は京大の教授で早く没になりました。全田さんは当時味の素にいたのですが勉強に学校に来ておられ、そして後に真空にする場合に排気に威力を発揮するバリウムアザイドの研究をやられたのです。それ迄は国産品ではなかったのです。バリウムアザイトの研究は後に述べますように研究所にとっては大きな価値のあるものとなりました。

これは現在でも有効に使われている材料です。危い材料で爆発性です。話はもとに戻りますが、電球を作る前にコイルマシンを作らねばなりません。コイルも電球一個分づつを途中で切るために一部を巻いては次は巻かないで休みまた巻くと云うものを作り切って使うようにしました。これは研究所の考案ですが、このような方式で作った電球を「エコノミー

電球」と呼びました。そのわけはある程度のガスの圧力は電球内の黒化を防ぐために必要です。しかしコンベクションロスを抑えるには、圧力を下げなければなりません。下げると電子のミーン・フリーパスが長くなって電子が反対の極をたたきます。そのために切れてしまう。そこで圧力を適当にしたのが「エコノミー電球」です。当時作った電球を私の家では、今まで45年たちますがまだずっと使っています。もっとも寝室用で少し使うだけです。

ラングミュアーの特許は反対極を電子がたたかないようにガスを入れたものですが、そのガスの圧力を下げたのが「エコノミー電球」の特徴です。その研究報告は青柳さんの名前で照明学会雑誌に出してあります。

当時の電球の寿命が短かった理由は、どうしてだか、原材料のタングステン中にトリウムが入っていたためで、このため仕事関数が小さく対極を電子がたたくことが激しかったためです。

「内外電球」では宮川隆明（故人）さん、立石亨三さん等によってこの発明を工業化することになったのですが、これは成功しませんでした。技術上の理由というよりは運営的なことが理由ではないかと思います。

鳥 養

青柳先生のされたことのうちで成功せず実を結ばなかったことで今日から見て現在の科学の基礎になっているものや、これを使って後に役立ったものについて今日我々は強調しなければいけない。そんな点から云うと僕等の記憶にあるものが沢山ある。

例えば先程一寸話のあった阿部君のヒューズの問題などだ。今日ではそんなものをやる者はいないが、あの研究は現在の研究にも非常に役に立っている。今は研究は何をするにも楽になっているが、当時は各人の研究は

狭いことに限られていたものだ。それを色々な人々に総合研究をやらせたというのは、青柳先生の非常な功績です。当時では電球などはとても一人では出来ん状況だが、青柳さんや斉藤さん等協力されたから出来たんだ。

阿 部

当時金相学などを冶金の教室に聴講に行ったりした。結果的には我々は東芝（当時東京電氣株式会社と云いGE系の会社）の大資本に負けたということになりましたが。

鳥 養

青柳さんは色々なことをやられたが、今から考えてお気の毒にも一つも成功せなかった「内外電球」もその一例だ。いろいろと苦勞していられるのにお気の毒なことであった。しかしそれが今日何等かの形で残っていることは我々掘り下げて考えなければいけないことだ。

吉 田

昭和の始めにタングステンフィラメントを引けたのは東芝だけでこの技術は会社では全く秘密にしていました。大正7年に研究所では、この技術をもっていたわけです。

話は後日のことに飛びますが、研究所でケネトロンをやっていましたでしょう。私は東芝にいたのでケネトロンの排気が如何にむつかしいか知っていましたが、研究所へ参りましてここでやっているのを見て驚きました。こんなちゃんな設備で出来るのかと思って。

山 崎

私が参りましたのは、さきほどのお話がありましたように大正11年でした。当時は上林さんと全田さんと阿部先生、それから樋口貞三さんもおいでになりました。

バリウム・アザイドを作っていて人々に怪我をさせたりなどしましたがこれを用いたガス入電球の製造法を完成し製産に移ることが出来ました。その後全田さんはやめて、石鹼会社の技術長で行かれましたし、上林さんは大正14年(1925)年に旅順大学に移られました。

運営の面を申しますと、当時青柳研究所の事務所は吉田神楽岡にございました。研究室は先程の阿部先生のお話のように京大構内で電気教室の作工場の横にありました。

神楽岡の事務所に当時いた人は、大橋要一郎、橋本正丸、渡辺鉄作さん達でした。

もう一つ「発明品製造株式会社」というのがそこにありまして、「エコノミー電球」の販売をしていました。製造は「内外電球」が担当し松風嘉定さんが社長で大滝新一郎さんが専務でした。

上林さんと阿部先生が電球をやっていたら、私はコイリングマシンを作るために参りました。

青柳先生が欧州を巡って帰ってこられたとき先生から、日本では真空の技術が遅れていて国産で電球が出来ないのは非常に残念だ、どうしてもやらねばならんということを伺いました。それで全田さんはバリウムアザイドを使って排気と同時にガス入り電球を作るという大きな発明をされました。最初のうちはガス入り電球を作る目的でバリウム・アザイドは使われたのですが、後にはGetterのみの目的で使われるようになりまして今日もやはり使われています。ガス入り電球は水分を除くことが何より大切です。これが全田さんのGetterで、これでは封入したアザイドが分解しバリウムが取ってしまうのです。このバリウム・アザイドが研究所の唯一の財源となっかなり長い間やってゆけました。それを手離したのは、応研

になってから忙しくなりまして山村さんの時代に別に「応研工業」という会社を作りまして仕事をそこへ移し川上昇さんがこれを担当し、私の方は高周波焼入に専念せねばならなくなったためです。

鳥 養

青柳研究所の昔のことを思い出して書いて行くと結局それが日本の電燈の歴史となる。研究所は今日ではすっかり形勢が変わってしまったが。

山 崎

「内外電球」から「京都電球」を経て「昭和電球」に変遷しました。「昭和電球」になってからは経営方針が変わり「発明品製造株式会社」は不要ということになって解散し、その代り東芝から直接に研究費として若干の金が研究所に入るようになりました。

鳥 養

そんなことがあったのか。

山 崎

はい、阿部先生が研究所から大学にお入りになったあとです。

鳥 養

僕等が覚えているのは「昭和電球」の電球を買おうと思って行っても街に売っていない。街の小売店では「エコノミー電球」は扱はないのだ。

山 崎

研究所は京都大学の構内から出なければならなくなりまして引越しました当時のことです。「エコノミー電球」とアザイドに関する特許権は昭和電球会社に移り東京電気（現東芝）系の資本が導入されて経営方針が変りました。「エコノミー電球」の製造が制限されたのです。研究所は経済的に困りました。そこで評議員の増田さんが東京電気へ「研究所の腕を捻じ

上げるようなことをするな、特許権を返してくれ」と談判に行かれ、了解をとられたので研究所は独自の立場でアザイドの販売が出来るようになりました。そこで国内の中小電球メーカーにアザイドを使ったガス入り電球を宣伝しアザイドの販売を続けました。これを担当したのが渡辺鉄作さんで経理を担当されたのが大橋要一郎(故人)さんです。こうして電球製造を指導した会社より集めた寄付金とアザイドの利益金との合計5,000円で100坪余りの建物を建てました。この土地(現在の研究所の土地)は牧田環氏(三井の重役)から無償で借りました。出来上ったのが昭和9年です。この室にかかっている額(巻頭の写真参照)は完成当時の記念の書きです。

吉 田

それからネオン管等やっていましたね。

山 崎

それで電球は一応中止にして真空管や放電管など、それからいろいろと研究しました。

阿 部

電球をやっていたからヒューズの研究が出て来た。前にやったコンベクションロスの理論はヒューズの理論と同じだからです。丁度齊藤先生の使っていた2000キロのトランスが隣にあったからこれを用いて実験が出来たんだ。だからみんな因縁がある。

山 崎

それからゲッターとして、亜鉛カドニウムを使った真空管の研究を作り出しました。これも外国の特許に対抗して国産のものを作り出すのが目的だったのです。東芝で用いていたのは、ナトリウム、カリウム等です。それよりも蒸気圧の低い亜鉛カドミウムを使ったわけです。

阿 部

東芝が「サイモトロン」と云う真空管を出していた時代にこれに相当するものを作っていました。そして増田政治（評議員）のところの真空管が損んだので修理をしたことがあります。

吉 田

しかし東芝のもっていた $3\frac{1}{2}$ 乗則の特許には引っかかりますね。

山 崎

勿論そうですが、これはそれとは別のスペースチャージのニュートラライザーに使うゲッターとしての特許です。その後島津製作所から耐圧の大きいケネトロンをやってみてくれないかという話がありました。島津製作所でもケネトロンはやっていたのですが耐圧の大きいものには困っていたのです。研究所で30万ボルト迄作りました。その当時居ましたのが私の他原美孝義（故人）、安達政次郎、西村憲一の3君でした。

吉 田

当時ガラスはどうしていたのですか。パイレックスは入手出来たのですか。

山 崎

パイレックスでなくて東京からBBガラス（硼珪酸ガラス）を取りよせました。

それから青柳・松田両先生の発明されたタングステン孤光灯のあと高圧水銀灯の研究が始まりました。これは後に安達君が大学の松田先生の実験室に移ってからも研究が続きました。以上が昭和14年迄にやった仕事です。

鳥 養

青柳先生が研究所で苦勞されたのはGEの特許ですな、ああいうことが

再びあるかも知れないね。

吉 田

ありますね。今ではトランジスタがそれです。

鳥 養

あの時に特許でガンジガラメで手も足も出なかったというような点を云ってほしい。新しいものが出るとそのライフテストをしてくれる位に会社が応援してくれなければならない。当時の会社は外国の特許から逃れようとして研究するのではなく、それを利用して国内の他をつぶそうとしたんだ。

山 崎

当時照明事業の国産化を目的としてファイトを燃して戦ったのですが途中から向うのほうの研究の進行速度や政治力がとても大きくなってどうにもならなくなったのです。

鳥 養

これは日本の技術史として重要なことだ。

吉 田

あとが続かないで負けるのですね。

鳥 養

そうだ。周りが敵や味方やわからなくなってしまう。

山 崎

残念ですがいつでもそういうことになりました。

鳥 養

先程から聴いていると、何でもかんでも皆駄目に終っている。それは科学技術が駄目というのではなく全部で包囲されてしまうんだ。今でもそう

だね。

吉 田

こちらが1人や2人ではどうも仕方ありません。

山 崎

実際苦しくて歯を食い縛ってやって来ました。

阿 部

青柳研究所から応用科学研究所に変わった時は、私は丁度外国から帰ったときで鳥養先生は当時神戸の垂水にいらした。経営が苦しくなってそのお宅に伺ったら「つぶすのは早いから待て」と云われた。このときには高橋さんとの話がすでにあったと思いますが。

山 崎

その時、青柳先生から鳥養先生に対してこの研究所の運営を引受けてほしいというお話があったと伺っています。

鳥 養

青柳さんからここ（研究所）の具合が悪いのであとをやってくれないかと云われた。

しかし僕はここへ来たこともなく、研究所については何も知らなかったので再三お断りした。それと同時に「先生は長くやって来られたんだから今すぐと云わず誰か金を持っている人に続けて貰ったら」と云ったんだ。そしたら「君、骨を折ってくれ」と云われた。僕は鳥津源蔵さんをつかまえた。源蔵さんはそれ迄に青柳さんを随分利用していたんだから今度はこちらで利用しても良いと思って源蔵さんを口説いた。始めのうちは源蔵さんは動いていたが、それが途中からどうしてだか様子が変わった。青柳さんも困られた。その前に日本高周波重工業の専務の高橋さんがやって来られ

た。昭和11年だったな。よく覚えているが1月2日に僕の家に来て来て座り込んだんだ。というのは菊池秀之君の研究の結果が高橋さんのところへ持ち込まれたんだ。菊池君の研究はインチキだとして他では相手にされなかったんだが、高橋さんは素人でそんなことはわからん。それにまた、乱棒な考え方をする人だったからとっつかまって、すでにだいぶ出資していたんだ。はじめ大河内（東大教授）さんの処へ行って相談したら「あれは良いからやれ」と大河内さんが云ったので勢い込んで、小さな会社を作っていたらしいが、その評判が悪くなったので大河内さんが逃げたんだ。それで陸軍の多田中将（造兵）の処へ行った。多田さんも困った。それで僕の処へ行けと紹介を名刺に書いて渡した。そんなわけで僕の処へ来たんだ。朝来てから動こうとしないんだ。それで高橋さんに「僕はよく知らんが鋼の材料の中へ電気エネルギーをおち込むんだから鋼になりますよ」と云ったんだ。素人流にね、それからもう一ついらぬことを云ったんだ。「出来るけれど経済的に引き合いませんよ」と、そしたら高橋さんは怒り出したんだ「金も持たず、金も出さぬ奴が経済の話をするとは何事だ」というのだ。「先生は鋼が出来るか出来ぬかだけを云えばよい、それ以外云う必要はない。いま一言、それを聞いたからそれで帰ります。そして事業をやります」と云って帰って行ったのでほっとした。

それから1年か1年半か経ったでしょう。ひょこっと僕の処へ金を持って来た。10万円だ、当時では大金です。私が事業をしようとしたのはここへ来て鋼が出来ると云われて決意したからだ。そんなわけだから先生はこの金を自由に使ってほしい云った。

山 本

鳥養先生を引っ張り出したいきさつを云うと裏で工作したのは佐竹金次

(故人) 君です。

鳥 養

佐竹君（陸軍依託生、後にドイツ大使館付武官）は事業家だ。陸軍軍人で裏面で活躍をした人は沢山あるだろうが、佐竹なんかが役者の錚々たるもんだった。

山 本

私個人の事になりますが、親戚の砂田重政さんの世話で昭和6年に「昭和肥料」に入社したんです。それから少し経って菊池秀之氏の電撃精練の発明があったんです。（巻頭写真参照）そしてそれが何故砂田さんの処へ持って行かれたかと云うと、菊池氏の親戚で立川という人が始めその発明をとり上げてやっていたのです。ところが立川さんは代議士で砂田さんの後輩の関係にありました。当時私は「昭和肥料」での仕事も面白くなくてもう前から辞めたいということを砂田さんに云っていたのです。たまたま菊池氏は砂田さんの援助を得て特殊精練研究所というのを作っていましたのでそこへ来いと云うことになりました。そこでは主として鉄鉱石の高周波製錬の研究をやっていました。

先刻先生のお話にありました大河内さんに色々と技術上の相談を持ち込んでいました。というのは、発明者の親戚に東大造兵科出身の菊池麟平さんがいまして、この人が大河内さんの弟子だったわけです。そして大河内さんの弟子でもあり菊池麟平さんの友達で佐々木六郎という東大造兵科の助教授はこの発明を非常に高く評価し、工業化に協力していました。その頃たまたま大学の同期生の集会がありまして佐竹も来ておりまして、お前は何故昭和肥料をやめたんだ、居ればよいのにとという話でしたが、佐竹にとにかく一度見てくれと頼みました。佐竹は「俺にもわからぬがこの発明

は全然可能性のないこともない。それに今やっている人にその方面の専門家は一人も居らん。これはどうしても鳥養先生に相談せねばいけないということになったんです。そのことを砂田さんと高橋さんに話したところ、これは先生に指導を仰がねばということになり、先生が東京へ来られた機会に高橋さんと私がサンプルを持って先生のお宿を訪ね、今後の指導を御願いました。その前におそらく佐竹氏からものが先生に頼んでくれたと思うんですが。

吉 田

鳥養先生が高橋さんに叱られたという話はいつ頃のことですか。

山 本

それはこれよりも前のことです。それで私も折角会社に入ったが、菊池さんのやっていることが腑に落ちるので「やめる」と云ったんです。そして高橋さんが、いや今度城津に工場を作るから君にやって貰いたいと云うことになりました。

そうして私が城津に行き第1期の計画は5000キロの電力で始めることになりました。それが完成したところに先生が朝鮮へおいでになって高橋さんに会われて、研究依頼の方針が決まりました。先生を引っ張り出した経緯はあらまし、そういうことでした。

山 崎

それは14年の8月です。

鳥 養

大分あとの話だね、だがね一番先に私のところへ来たのは高橋さんだ。高橋さんに来るようにしむけた、原因や動機は今、君が云ったようなことだろう。そしてそんな具合につめ寄られたのに違いない。

山 本

先生が東京の旅館に泊っておられましてね、高周波で出来たルッペのようなものを高橋さんが持って来て先生の処へついて行ってくれと頼まれたのを覚えています。

鳥 養

その時は末だ具体的な話が出てないんだ。それから高橋さんが来て、高橋さんに叱られて、いよいよ応用科学研究所との関係がついたのは金を持って来てからのことだ。金を持ってくる迄はだから裏話なんだよ。

金が来た時機は丁度源蔵くんを口説いたりしてうまく行かんで音をあげているときだったんだ。それで青柳さんに云ったんだ「実は金はいることになったんだが今迄長い間苦勞して来られた苦勞をこの際我慢して土地と建物と設備の多少のものを譲って貰い、また研究テーマも変えてしまう、それでよろしければ」といったところ、青柳さんも大変喜ばれた。ほんとにその時は感極まるかっこうで喜ばれた。奥さんも傍におられた。

それで研究所の人達にも話し、大学の人にも話して、5万円づつで行こうという案を立てたんだ。土地、建物、設備を5万円と見積って青柳さんの処にあげた。青柳さんにはそれまでに相当借金が出来ていたんだ。その借金を払い、その他諸費用を払い、多少残るだろうが、残ったら青柳さんに差し上げると云うことで承知して貰ったんだ。このようにしてあと5万円で研究所をやってゆくより他に途はないと決心したのが昭和14年だ。

山 崎

ここに記録があります。鳥養先生他、高周波重工業の方々5名が阿部先生の案内でみえています。9月4日です。当時この土地は借地でありましたが、鳥養先生は是非とも研究所のものにしておき度いとの御意向で、青

柳先生の代理で大藤高彦先生が牧田さんと交渉された結果、円満に話がついて土地の登記が済みました。

鳥 養

細かいことはさておいて粗筋は、そのときには砂田さんにお目にかかって話がすんでいた。それからやる問題としては先づ鉄をやらねばいけないので吉田卯三郎（故人）さんと西村さん等をお願いした。鉄の他に問題もいろいろあった。高橋さんがガラスをやろうと言い出したりして。

山 本

それについては菊池さんがどうして会社の名前を「日本高周波重工業」という名にしたかと云うと、高周波エネルギーを鉄だけでなく、あらゆる産業に利用しようと云うので会社が出来る前に特殊精練研究所（後に東京応用科学研究所）という名で、石炭の液化からガラス、鰯の油までをやり出した。それから染色まであらゆることをやりかけました。そこで高橋さんが、鉄だけで結構だ、他のことは鳥養先生の処に頼めということになったのです。

鳥 養

たまたま昭和9年の夏のころ、ウールマンという人がドイツで石炭液化の実験をしているというしらせが日本に入って、三井や三菱等の商事会社が、その特許を買うとか買わんとか大騒ぎをしていた。そんな時に私がヨーロッパにたって行くことになったものだから三井物産から人が来てウールマンの特許を見てきて呉れ、買うべきかどうかの判断をしてくれとのことだった。

ドイツへ行って実験室を見せてくれといったが、ヒットラーの許可がないといけないうので大使館へ頼んで見学を申請したが許可が来ない、

そこで僕は少し乱棒だったけれどウールマンに直接に手紙を出した。そしてウールマンが来いというので、レストランで御馳走しながらいろいろと聞いたら、石炭の液化というのはコイルの上に網を置いて、その上に石炭を置いて加熱する、つまり低温乾溜だ。油はとれるが産業として価値がない。それからもう一つは金属の粉に同じようなことをすると固って海綿状となるので、これに油を浸み込ませてベアリングする。これをウールマンの研究室で作って売って自活しているのを見た。その他、聞いたり見たりして急いで逃げて帰った。捕まるとえらいことになるから、スイスの国境まで大急ぎで逃げてきて、日本の方々へ電報を打った。「そんなつまらん特許は買うな」と。あとから考えると他の者にはあんなものはつまらんから買うなと云っておきながら同じようなことを自分の処でやることになった。

それでいろいろ考えているうちに製鉄や油や石炭液化では会社が満足せぬので焼入をすることに気がついた。焼入になるまでには、そういう経緯があった。ウールマンは電気屋ではなく建築屋で海綿状の金属で大分儲けたということだ。

吉 田

私がこちらに参ります前は東芝に居りまして会社がいやになっていましたので、例の同期生の会がありました際、山本君に会ったので相談したんです。そうしたら高周波重工業で研究所をこしらえるから君来んかということになった。それで鳥養先生の処へ御相談に行きましたら、「それは一寸待て、学校にしばらく居れ」と云われて、副手で研究室にお世話になることになりました。

その時には会社から派遣されて来た、田坂政隆、高橋石男という連中と

研究室で一緒でした。

山 崎

両君は大学で研究を始め、こちら（研究所）の用意が出来ると引越して来たんです。

吉 田

両君は大学の構内に電源を収容する怪しげな小屋掛けを作って、実験していました。当時鳥養先生の研究室には林重憲先生を筆頭に上西亮二さん（現島津社長）が高圧パルス、辻藤吉さん（大阪府立大学名誉教授）が鉄心中の過渡現象の研究かやっていました。物理出身の西垣正彦さんもいました。盛んに議論をやったり、遊んだり、先生の講座は大世帯でした。

ところで先程の高周波の話ですが、私、研究所を兼務していましたが、当時研究所では高橋石男君等が金属の溶解（アジャックス炉）の実験をしていました。私は教室で電気評論の編集の手伝いもしていました。それでそれに載せる何かめずらしい外国の文献はないかと気をつけていましたが、高周波焼入れのことが写真入りで出ていましたので、これは面白いと思って釈して電気評論（昭和16年2月号）に掲載したんです。それを16年2月の研究会議で紹介しました。（巻頭写真参照）

阪 口（高周波熱錬会社取締役）

私が高周波焼入について知ったのは応用科学研究所の研究会議で、吉田さんが外国の雑誌にのった高周波焼入を紹介されたのが最初です。それ迄は高周波による金属の溶解をやっていました。

吉 田

その後6月の会議で伊藤薫氏（故人）の高周波焼入等、高周波電力の利用についての報告がなされています。

伊藤氏はその後応召して名古屋造兵廠で高周波焼入の研究されましたが戦後不時の災難で亡くなりました。前にお話しました私の紹介した文献はバーバットとロヂンスキー両氏の「コンセントレーター」と称する銅の板をコイルの中に入れるものですが、なかなかよい考えだと思ったのですが、やはり使いにくいようですね。

山 崎

我々は一巻きの二次コイルで出力を非同調的に取り出す方式を採用しました。原理は「コンセントレーター」と同じです。そしてこの方が使いやすい。

吉 田

山崎さんは高周波焼入法についていろいろと苦労を重ねられ、昭和29年藍綬褒賞を受賞されたんですが、研究より企業化への経過の概要のようなものをお願いします。

山 崎

まづ50KVAの発振装置を作りました。勿論ギャップ式です。それで焼いてみると歯車などうまく焼けました。従来の浸炭法に比べて優る出来ばえでした。たまたま（昭和17年）鳥養先生が技術院を訪ねられたとき「トッコー（高周波発電機）」で航空機用の歯車を焼いたらズブ焼になってうまく行かないという話を聞かれ、「そんなことならもう応用科学研究所でやっている」と申されましたので、陸軍、海軍、それに民間の技術陣がザーッと研究所の焼入を見にやって来ました。

その結果、海軍航空技術廠より研究を委託され毎月1回研究成果を報告する会合が出来ました。また、当時急務であった生産の増強に役立つため技術院が斡旋することになりました。

それで「高周波焼入法指導者講習会」の案内を陸、海軍および関係会社に理事長鳥養利三郎名で出しました。

このとき日本の主だった会社が多数参加されています。例えば中島飛行機株式会社、川西機械製作所、川崎航空工業、三菱重工業、神戸製鋼所、日立製作所、住友金属工業、久保田鉄工所、豊田自動織機、それに日本高周波重工業等です。

鳥 養

それ等のうちに今日隆々としてやっているのがあったらこれを見せてやったらよい。

阿 部

焼入れは昭和16年にやり出して昭和18年には、もう仕事になっている。砂鉄の精錬に使っていたギャップ発振回路を焼入に使うため同調回路を考案した。

山 崎

研究所関係では高周波焼入打合会議を開催し基礎研究と応用研究の分担を定めて実用化の促進を計りました。

藤 田（高周波熱錬会社専務取締役）

発振器と焼入装置の製作は日本高周波重工業が担当しました。

山 崎

加熱コイルやギャップの製作、焼入実施等には会社より出向されていた坂田実治、浜田慎効（故人）の両氏と研究所員の青山、西村、瀬川、岡本巴田の諸君が協力して当りました。

藤田さん、焼入装置第1号は何処に納めたのですか？

藤 田

第1号は荻窪の中島飛行機工場です。ここでピストンピンについて実用化試験が始まりました。次いで明石の川崎航空機工場に4基納めました。坂口氏が据付けから引渡しまで一切を泊り込みでやりました。当時航空機工場は爆撃の標的で川崎の工場などは孔だらけの悲惨なものでした。出張するにも汽車は途中で打切られたりして行くことだけが大変な仕事でした。このような悪条件の下で昭和19年末までに約30基を納入しています。

山 崎

終戦近く航空機シリンダーの内面焼入を完成することが出来ました。

さて実際に組立てて飛行試験という段で終戦を迎えました。

戦時中には吉田洪二氏を始め多数の応召者を送りましたが、安井、沢村、岡山の諸氏は戦死されました。ここに謹んで御冥福を祈ります。

鳥 養

先税鰯の油やガラス等の話が出たが、鰯の油を採ることをやったのは佐竹だ。

吉 田

高周波でやるとビタミンAが破壊されずに採れる。

鳥 養

佐竹が鰯の油の採取をやり出したが魚の運搬が出来ない。それで工場を東北や方々に作らねばならなかったので経済上で駄目になった。ガラスは高橋さん自身がやった。しかし成功しなかった。失敗して結局は今の焼入におさまった。

吉 田

それから戦時中には佐竹がドイツの大使館付武官で、高周波焼入をドイツではどんどんやっているから日本でもやらねばという情報を入れていま

す。

鳥 養

佐竹君は早く死んで可哀想なことだった。潜水艦でドイツから帰って来て私のところに電報をひょこりよこして、何日の何時に京都駅を通過するというので、行くとプラットに立っていた。あのときは佐竹君も感激していた。よく潜水艦で帰れたもんだ。3隻ドイツを出て1隻到着するという状態であった。

吉 田

彼はイタリーの潜水艦で送って貰ったんだが、印度洋で燃料がなくなり洋上で補給して日本に帰って来たら数日後にイタリーが降伏したので、送って来てくれたイタリー軍人は船と共に捕虜になりましたが、日本に帰る途中でイタリーが降伏していたら佐竹が捕虜になるわけでした。

鳥 養

ポツダム降伏に関連しては話が沢山にある。

当時京都の司令官であったシェフィールドには研究所は随分と世話になっているんだ。終戦当初には米軍に研究所が接收されたんだが、これを解除して貰うために石山にあった彼の宿舎に行くとに角研究所を見てくれと云ってこゝ（研究所）に引っ張って来た。そしたらこんなものを誰か接收したんだ、というわけですぐに解除してくれたんだ。

軸受研究所も接收されていたが、これはなかなか解除にならなかった。こゝ（研究所）は産業発達のため必要であるからというのが理由で以後も彼は非常に研究所にはよくしてくれた。

解除の記録が残ってないのは、こんなことは彼が自身で即刻やったからだ。それから京都にゴルフリングを作ったのもシェフィールドだ。予定の

土地の中には大学の演習林を含んでいた。これを彼はゴルフリングにしたいという。それで私はそしたらその土地は手離すが、それに代る土地と施設を貰いたいと条件をつけた。この件については大阪の鉱山局が反対した。それでシェフィールドの前で鉱山局と議論したが、彼はお前の方が正しいという断を下した。というのは、これについては前からシェフィールドと話を合わしてあったからだ。こんなわけで大学が接收された土地の面積の10倍以上（20倍か30倍）の広いものを代りに貰った。

ところが貰っただけでは役に立たん。道路をつけたり工事が要だ。これは大学では出来ない。そう云ったら、彼は米軍がゴルフ場を作るために使っていたブルドーザー等を使って完成してくれた。このようにして、大学の演習林が出来たんだがその他にも彼はいろんな事をしてくれた。ゴルフリングを作るときシェフィールドは強制的に取り上げたと地主から訴訟された。それで横浜の軍司令部で裁判となり、私は証人に引き出された。その際私は「大学は合議の上貰うべきものは貰った」と証言した。

そして私が裁判所から出て来ると、入口に彼が心配して立っているんだ、心配するなと云って握手した。

宇治の大学のキャンパスを作るときもなかなか許可にならない。そこで東京迄出掛けて行っただ。結局宇治の土地を大学のものとするや否やは京都の司令部で決めるということになった。

当時、司令部は府庁にあったので、私は横田事務局長をつれて出掛けて行って、当事者と話合ったが駄目だ。仕方がないと思って部屋を出て帰る途中、廊下でパッタリとシェフィールドに会った。彼は「何の用件で来たのか、まあ部屋へ来い」という。事情を話すと彼は気の速い奴でいきなり電話器を取り上げて、掛りの者に処置を命じてくれたので、この問題は即

刻解決した。その彼の京都着任の第1発目の仕事が先に云ったこゝ（応用科学研究所）の返却だったんだ。彼は土木建築の工学士だった。その後、彼は時々日本に来た。彼はその他日本人の為に色々尽してくれた。

シェフィールド氏は日本で高周波焼入が育った1つの条件となっていると考えてもよい。

西 村

昭和25年頃には山崎君と高周波の焼入法の講演に全国を廻った。食料の不十分な時代だ。それに高周波焼入れということは誰も全然知らんのだ。それで1個所で話をするとかそこへも行って話をしてくれ、こゝでも話をしてくれと頼まれるんだ。

山 崎

講演の計画を立てたのは藤田さんでした。講演会は会社や工場でもやったが、府や県の商工会議所の主催が多かった。大阪の工業奨励館でやったのが戦後最初の公開講演会だったと思います。

西 村

あのときは随分人が集った。満員で入り切れない位だった。大阪工業奨励館内に高周波熱処理委員会を作ったが、これは10年余り続き、毎月1回研究討論会を開き結果は公表した。

鳥 養

戦時中にはセレン整流体の製造指導に時々電元工業へも行った。東京の小石川の会社の寮で爆撃をくった。どうせ焼けるんだからと、その寮で当時貴重品だった牛肉を全部食ってしまった話もある。

山 崎

高周波表面焼入を日立、東芝などの他の大会社もやりたいものだから、

研究所に技術指導を申し込んでくる。

鳥 養

それ等は皆退けた。

山 崎

このようにして実施は、高周波熱錬会社一体にしぼってしまわれた。

鳥 養

戦争中、超短波通信が遅れていた所以その研究が要請され、各大学や研究所でいずれも大きな容量の発振器を作って持っていたものが多かった。それが終戦と共に禁止となったんだ。使い途がないものだから表面焼入の話聞いてやって見ようとするのが、ぼつぼつと出て来た。

大阪大学の菊池正士君が僕のところへ問いに来た。それでいろいろと見せて説明してやった。焼入れは真空管だけじゃ出来ないんだ。多種多様なコイルと経験を持つことが必要だと云ったら、あきらめて帰って行った。

それから研究所では泥棒に入られたね。コイル類が銅であったため、銅の値上りのため狙われ、ごっそり取られて困ったこともあった。

亀 井（高周波熱錬会社取締役）

会社の記録には、高周波工業の電撃精練法の研究について12年11月に京都大学内で応用科学研究所と協力を得たと出ています。

鳥 養

私の中学校の先生で小神野芳太郎という人が100歳になられた。京都に在住の事を新聞で知ったので、この間お祝に行ったんだが、何か喜ばれそうなものと思って探したら、以前高橋さん（日本高周波重工業専務）から手土産にもらった硯りを思い出した。国語の先生だからこれなら喜ばれると思ったんだ。あとで娘と云われる78歳の方が「家宝にする」という先生

の鄭重なお礼の手紙を持って来られたのも高橋さんに連なる話だ。

有賀さん（初代社長）の居るところには、常に安井さんがついていた。熱錬会社の設立も安井さんの進言だったらしい。その当時は多くの重役が反対したんだが、安井さん、高橋さんが設立に努力したそう。安井さんは熱錬の恩人だよ。

亀 井

戦時中先生が会社へ来られたとき丁度、空襲警報が出た。社長と地下室に避難されたが、その時に高周波焼入の仕事を始めようと相談があった。当時高周波焼入というものは従来なかったものだから、なかなか理解されず、社長と安井氏の英断で会社の設立に踏切ったのだと記録にあります。

何故、重役の多くの人々が反対したかという裏話が、やはり記録になっています。それによると、当時会社は高周波工業会社という名前でしたが実際は仕事は低周波でやっていた。それを再び「高周波」を唱えることは銀行筋に対しよい結果を与えないだろうという苦慮があったとあります。

鳥 養

土橋さんは強行に反対だったんだが僕が、有賀さんに直談判に及んだ、そしたら安井さんが片棒を持ってくれたんだ。

研究所を継承することになったとき、西村さん、阿部さん、それに物理の吉田（卯三郎）さんを引っ張って来て助けて貰った。吉田さんは故くなったが、天真爛漫の変り者で大酒豪であったが、私とはよく気が合った。

吉 田

先生と吉田卯三郎先生とはよく「お前」「俺」で話をしていたのを覚えています。

山 崎

先生が研究所を引き受けられたとき、これで3年は行けるだろう。それで行けなければ研究所は潰すと云われた。そんなことで3年で何かをしなければいけないと思ったんです。

鳥 養

いや、それで思い出したが、「3年で潰す」などとは怪しからんと叱られたことを覚えている。誰に叱られたか、斉藤さんだったか、大藤さんだったか、思い出せない。

山 崎

その時は解散しようという話が先に立っていました。それとは全く逆なことをやろうとするのだから大変でした。

鳥 養

あれから30年やって来たんだから、みんなまあ合格点が貰えるよ。以前本多光太郎さんが、よいことを云ってられるのを讀んだことがある。研究所で取り上げる問題としては、将来枝が出るかどうかということを考えなければいけない。たとえそれが腐っていても、瘠せていても、よい枝が出て行くようなものを選ぶべきだと云ってられる。これが常に私の頭の中にあった。

一 同

いや、いろいろ研究所では枝が出ました。

鳥 養

気焰を上げるわけではないが、会社のスケールは別として、熱錬会社は、技術の基礎などについては多少劣るかも知れんが、社会の役に立ったことは誇ってもよいことだと思う。スパークギャップを何百台も並べて仕事した奴は、世界中探しても何処にもない。これだけでも自慢になる。

西 村

城津で始めた高周波電撃精練は表面焼入で花が咲いたんだ。精練の方はしぼんでしまったが。

鳥 養

やはり焼入れに進んで良かった。高橋さんは乱棒をやったという人もあるが、あの人がそれをやらなかったら、焼入れは出来て来なかったんだ。高橋さんは、目のつけ処で、こゝだと思ったら勇敢にやられたからな。

吉 田

電撃用の高周波の発振器があったからこそ焼入が出来たんです。従来になかった新しい企業を創り出したことに意義があると思います。

西 村

そうだ、他の企業では外国のプロセスを持ち込むのが多いのだが、表面焼入れは違う。これは完全に我々がうち建てたんだ。これを解って貰わねば、そして現在も伸びつゝある。

吉 田

先程の話にあるように、全国に教えて廻ったんだから、今多くの焼入れ会社があるがこれらはみんな分身というわけですね。

山 崎

高周波焼入れは日本が一番多量に実施していたのではないだろうか、焼入技術も一足先行していると思います。

鳥 養

考えてみると、これは大会社でやってなかったのでよかったんだ。大会社だったらこのようにうまく行かなかったよ、いろいろと他に制限が加わる我々は条件が良かったんだ。

そこで我々としては、常に大きな気持をもって、事を処して行く思慮が必要だ。我々は幸であった。

山 崎

数百キロのトランスを焼入用に作るなどは、最初は決断出来ませんよ、丁度そんなのが沢山余ってあったから出来たんです。

鳥 養

戦事中は、毛布かぶって野宿したこともあった。あわれだったね、隣を見たら、西村君が外套かぶって泥の上に寝ているし。

西 村

私が城津に行ったのは、山本君が居た時だった。帰る時は戦争の始まりかけだった。

鳥 養

然し城津の工場は（今はどうかしらんが）あのときは立派な工場だったな。

山 本

あれはアメリカが北へ押して行ったとき、集団爆撃でなくなった筈です。

阿 部

冷却に水や油を使うと、冷却がどうなるか、当時はわかってなかった。七里さんの退官の記念講演会の時、私がこれについて講演をしました。

山 本

城津では、放電ギャップを空冷でやっていたが、品川で藤田君が水冷のものを考案した。空冷では使用中に出力が変わる。又寿命も短かったが、水冷になったので寿命が長くなりました。

吉 田

水冷ギャップを作った経緯を話して下さい。

藤 田（高周波熱錬会社専務取締役）

当時空冷ギャップの冷却板を水冷にしたようなものは既に外国にもあったがギャップを完全に水冷にした現在のようなものはなかった。最初は冷却水は井戸水で、しかも抵抗値の低いものだったのでリークしたギャップ間をショートし失敗した。水道の水なら大丈夫だった。

山 崎

空冷ではブロアーが沢山要るんです。空気冷却は相当に困難でこの電力だけでも大きなものとなります。水冷が必要な理由です。

吉 田

ギャップ式発振器のラジオ・テレビ妨害の問題には悩まされました。とにかく野球のあるときは他から苦情が出るので仕事を休みました。トラップを電源と直列に入れると妨害波は少くなり、電波管理局の試験に合格しました。

山 崎

放電管代用ギャップもやりましたが、冷却が出来なくて中絶の形となりましたが、実情は焼入の問題が先決だったので、その研究をやる暇がなかったんです。

当時はテレビもなかったんで2重シールド位でやっていました。焼入を要求通り実施するには焼入用のコイルの設計、製作に苦心が要ります。コイルは数多く作りました。

吉 田

研究所で実施した特別なコイルはありませんか。

山 崎

クランクを焼くためのものがあります。二つ割れになったものです。クランクは普通のコイルには横から入りませんから、ただそのとき水の噴射の機構に問題があります。この特許ももう切れましたが現在でも活用されています。加熱よりもむしろ冷却に問題が多くあります。焼割れや焼き具合に関係するからです。これ等研究に多くの日時をかけた結果が、現在の焼入技術となっているのです。焼入方法は一発法、移動法、振動法（コイルと試料の距離を振動的に変化しながら焼く法）等を開発しました。

吉 田

冷却速度を変えるために、冷却水中にいろんな物質を溶かしていますが、日本と外国とどちらが早かったんですか。

山 崎

殆んど同時に別個にやったのではないかと思います。最初は塩などを入れていましたが、例えばPVA等を用いて、被膜を作るようになったのは随分後の話です。

山 崎

ろう付けについては戦後自転車のフレームを、日米自転車と協力してやりました。その後ろう付けの研究を基礎的にやらなければならないので、西村先生が委員長で高周波誘導加熱委員会でも焼入と共にろう付けも研究いたしました。ろう付けについては大阪の工業奨励館で数年に渉り業者を集めて講習会をやりました。数十社が毎月1回集りました。

阿 部

同じようなもので実用化で一番成功したのは「大阪ガス」のメーターのハンダ付けだったでしょうね、労働問題まで起りかけたんだから。研究成

果を実用化するためにはそれ迄に要した研究を遥かに上廻る研究が必要であるかということをみんな認識していない。税務署なんかは特に学理の研究以外に実用化研究は多大の金を食うものなんだ、ということを認識してもらいたいものだ。

そして何回も何回もやらなければいけないんだ。

吉 田

例えば、焼入れでも実施がむづかしいものばかり研究所に持ち込んで来るでしょう。研究をしてやって見せればコロンブスの卵で何のことだというんだが、それ迄が大変だということに気が付かない。「こうしてやったらい」と教えてやったら注文は他に持って行く。安いところへ。こんな割に合わん仕事をするのも研究所の一つの任務です。

鳥 養

関西で焼入屋が沢山出来たが、たいてい最初は研究所へ来て習って行く、実に業界に貢献しているんだ。

研究所での実用化のための研究費は大したものなんだ。その費用は誰も払ってくれない。他から考える以上に金がかかるんだ。他は出来るまで待っているんだ。出来たら結果を持って行く、このように研究所は社会奉仕をしている。

西 村

研究所は従来から自腹を切ってまで地方へ出掛けて講習をしているんだ。聞きに来るのは金儲けでやって来るのが多いが。

鳥 養

焼入をして代金は貰っているが全部が直接の研究費や給料などになるのではない。貰った金は、これからの仕事の基礎のために使われているんだ。

山 崎

西村先生の講座におりました沖、豊原の両氏と西川氏（日本高周波鋼業）は協力して焼入用のフェライトを完成しました。これを粉にしてつめて使いましたところ結果がよいので、焼入をしている会社を相手にして普及を計りました。焼入用フェライトは温度特性という点で一般のフェライトとは異なっているのです。

フェライトは古くからあったが、高周波焼入の加熱コイルに利用したのは応研が初めてだと思います。

高周波焼入は鋼の性質の改善にも役立っています。昭和24年には中村宏氏（現川崎重工技師）は応用科学研究所で焼入した車軸について高周波焼入をすると繰返し曲げ強度が向上することを発見した。この効果は現在も各所で利用されています。

水馬克久氏（高周波熱錬会社焼入製品部副部長）はPC鋼棒として炭素鋼を高周波で急速加熱、焼戻しを行ったものは従来の特殊鋼にも優る強度を有することを発見しました。これはPC用鋼棒として目下急速に需要を伸ばしつつあります。

藪 田（高周波熱錬会社常務取締役）

私が応研を始めて訪れましたのは大学の3年のときで、西村先生の御尽力で日本高周波重工業に就職が決まりましたときのことです。当時就職は切符制でした。任地に行く前に先づ応研を見ておけというので、西村先生に連れられて来て、そこで山崎君に始めて会いました。当時会社から高橋さん、清水さんが来ていた。コイルの中に入れた試料の外周だけがパット赤く焼けるのは魅力でした。

焼入装置を担当するようになってからは応研をしばしば訪れました。印

象に残っているのは相模の造兵廠です。泊っていて爆撃を受けました。もう一つは平塚の国際航空で、こゝでは昼間に爆撃を受けました。

京都大学時代学校の前の文具屋へ製図の道具など買いに行ったとき会った店員さんとあとで応研でバッタリ会った。それが瀬川さんだった。

水 馬（高周波熱錬会社焼入製品部副部長）

私が始めて応研を訪れましたのは21年で、卒業研究のテーマが鋼の高周波焼入（鋼材の違いでどの位硬度が出るか）でありましたので、西村先生に連れられて行って山崎さんに紹介されました。試料は応研で作って貰いました。こゝで窒化もやりましたよ、たしかにあの時は窒化は薄いなりに出来ていたと今でも思っています。ヤスリが迂りましたからね、極めて薄い層であったので硬度計では出なかったんです。

土 方（高周波熱錬会社取締役）

21年の9月から大阪工場が完成する間、京都大学で実験させて貰った。手紙を貰って行ったら吉田さんが居られた。藪田さんのお話にもありましたが、はじめて鉄が赤くなるのを見て魅力を感じました。当時不景気の最中で研究所ではヤミの放電管を作っていた。この方は景気がよくて焼入は当時また商売にならなかった。当時会社からは阪口さんが来ていて我々も仕事をしようと云い出しカムの焼入れを始めました。

瀬 川（応用科学研究所員）

島津あたりから高周波の焼入れを持ち込まれましたのは23年頃です。その前ですから22年頃と思います。

土 方

納品書の第1号が鐘が淵工業からのカムとなっています。

水 馬

23年の4月にはすでに10何万の売上げがありました。

土 方

22年の暮には50キロの装置を大阪機械に売りました。これが装置販売の第1号です。2台あったうち1台を売っちゃったんです。そのあと23年には2000キロの装置をヤンマーと大阪機械に夫々1台売りました。

亀 井

50キロの装置を売ったのは資金の関係上止むを得なかったという記録があります。その装置代の支払を「高周波工業」に待って貰って取敢えず処分したとあります。

土 方

このことに就ては藤田専務がよく知っている筈です。不況の最中で重大なピンチだったんです。

山 崎

皆さん大阪工場建設のときは苦労しましたね。汚い処で、こんな処が工場になるかと思う程で。

土 方

それでも仕事が出来るといので喜び勇んでやりました。大阪府立工業奨励館が採り上げて啓蒙宣伝をしてくれました。例の大阪機械の人もその見学に来ていたんです。

23年頃には阪口さんが伝票等一切の仕事を引受けてやってくれました。装置は始めは空冷ギャップであった関係上接地してなかった。それで絶縁台の上に乗って作業をした。空冷ギャップでは使用中にだんだん出力が減小する。それでギャップの枚数を変えて出力を調整した。

山 崎

それで感電事故が起きることになる。そのうちに水冷ギャップが完成されて出力が安定した。

菅 沼（高周波熱錬会社開発技術部長）

26年に応研に来た当時はギャップ式は一応完成した状態でありました。当時与えられたテーマは3相受電と焼入用タイマーでした。タイマーは放電管を利用したものをやりましたが誤動作が問題となりました。またリマウンタブル真空管に着手しましたが途中で中止して名古屋へ行くことになりました。

38年の夏からは若林二郎さん（京大教授）、藤塚さん（岡大助教授）の協力を得てインバーターの研究を応研で行ない半導体による自励の発振器を完成しました。

土 方

焼入れは資金獲得には絶好の手段ですが、研究の正道を考えておかないといけなと思います。それには人と金とその運用でしょう。

吉 田

先刻も話に出ましたが、私が京都大学の鳥養先生の研究室にいましたころ神鋼電機より飛行機に搭載する発電機の研究を頼まれました。

始めはそれに用いる接点の研究をしましたが、消耗したり補修が大変なので静止器にしようと思いました。それにはセレン整流体の非直線性を使ってやって見ようと云うことになりました。セレン整流体を東芝から多数買込みました（当時は耐圧6Vでした）ところが特性が思わしくない、それに揃っていないのでいっそのこと自分で作って見ようということになりました。その実験を試みてからしばらくした時に、電元工業の石井さん（初代社長）が先生のところにみえました。セレン整流器の製造をやりたいと

いうことでした。丁度研究室でもやりかけていましたので共同研究ということに決りました。

鳥 養

吉田君はセレン整流体をやり出したが、現在の半導体研究の先駆者だった。当時何も解らぬこと許りで笑い話も相当ある。

吉 田

紫外線を当てるとセレンの表面によい堰層が出来て耐圧が上るのです。それでメーカーでは天気の良い日に天日にあてるのです。それが雨が降れば大変なので見張りが常についていて空をみている。後には室内で太陽燈を各社で使うようになりましたが。

鳥 養

今日考えてみると馬鹿なことゝ笑うようなこともみなこゝでやったし、またやらされたんだ。いまの新電元の連中は知らんのだが。

吉 田

会社を創立された石井さんは熱心な立派な人でした。

教室でセレン整流体をやっていたのに西垣君がいます。それに当時助手の上野満君（現上野製作所長）や竹村清君（現日本電子科学取締役）がいました。

鳥 養

その頃に山口次郎君（元阪大教授）も研究室にいた。その連中が日本の半導体の草分けだ。

吉 田

戦前ですが、半導体の技術が重要だということで、軍の要請があって各社技術公開をすることになり、委員長に鳥養先生がなられて我々は各社（日

本電気、オリジン、電元工業等）を視察して廻りました。富士電気がジーマンの特許を入れてやり出したのはずっと後です。

吉 田

電元工業ではセレン整流体の耐圧をあげるために紫外線を当てていましたが、ついでコロナ処理をするようになりました。当時は行きあたりばったりで何でもやって見た時代です。良い物が出来たり、出来なかったり、製品にむらがあって困ったもんです。

先の話のように基板に太陽を当てるのに場所によって出来が違う。便所の屋根に干したのが良かった。それでアンモニアが効くんだというようなこともありました。

鳥 養

当時陸軍の江本伝三郎さんが大いに力を入れてくれた。田中正市君は電元工業創立の殊勲者であったが、他方石井社長排斥の旗頭でもあって、堀岡正家君、木村介二君もこれに関係して電元の騒動が起きたんだ。別の企業体を作ろうとしたんだ。当時、そんなことで石井君が僕の処へ電話をかけて来た。当時電話をかけてくるとは重大なことだったんだ。それで山村君を先にやって話をさせた。それで状況が判明したので、先手を打ったので会社を維持することが出来た。会社は戦争を経て盛大に発展した。

もともと電元工業は郡是製糸の工場を人と共に買取ってはじめてんだが戦後になってこれが災となった。

戦後急変して電気企業が、廃れたので昔やった者がいたんで生糸に手が出たんだ。

というのは高周波で繭の蛹を殺すと質の良い生糸が取れることがわかっていて。そして工場の技術者のうちに戦争中に軍隊でレーダーなんかをや

っていた者がいたのも手を出した原因の一つだ。それが失敗した。石井さんは責任をとって社長をやめたんだ。それで新電元が誕生することになった。レーダー関係に使っていた短い波長の発振器が余っていたことも悪かった。先の見通しが駄目だったんだ。

高周波焼入の場合とよい対照だ。それはとも角として、石井さんは電元工業誕生の恩人だが、前に述べたような事情で退いて、あとを承けて深津君が社長をついた。深津君は浜松の名門の人で、深津君の父が地方の産業のため鰻の養殖を始めたということだ。

深津君が会社を引受けたときの態度は非常に深重だった。会社へ来てから1年位は挨拶にも何にも寄りつかないんだ。それがある日やって来て云うことは、軽率に引き受けて、お眼鏡に叛くようでは申し訳げがないので見通しがつくまでは、路傍の人としてほしいと思いました。今日ようやく自信が出来たのでお世話になりますというんだ。以後人の問題、研究上の問題等で、我々には非常によく尽してくれた。

銀行屋というのは堅い人が多いんだろうが、とにかく信念のある人でそのような堅実な人がやったので新電元工業は発展した。

阿 部

難波君と青木君も同じような意味のことを申しておりました。

鳥 養

それは銀行屋だから勿論細かくて安全第一でやるさ。田中正市君も出来る人で、三池の工業学校から講習所を出て教室で助手をやったこともあるんだが。

吉 田

電元工業には忍足という人が居て、現在忍足研究所を作って外部より会

社を援助していますが、忍足氏は田中氏と共に電元工業の技術を築いた功
労者です。セレンに活性物としてハロゲンを入れることを発案したのも忍
足氏です。全く敬服します。当時何も解らぬ時代によい感を持った方でし
た。何でも出来る人で、又やり出したら徹底的にやる人です。繭の時も元
来電気屋ですが、最初から繭を研究して卵に超短波を照射して遺伝的にど
んなことになるかという立派な論文を出しています。器用な人です。超短
波で蛹を殺したらよい絹糸が出来るというので、会社の前身が絹糸屋だか
ら殺繭に力を入れる人がいた。そして失敗した。折角セレンでうまく行っ
ていたのに残念なことでした。

鳥 養

戦争でペシャッコの会社を盛り立てた深津君の功績は大きい。そして石
井君の待遇には気を使っていた。僕も相談を受けた。しかし石井君もやは
りやり手でおとなしくない人なんで深津君と袂を分つことになった。

しかし深津君は感心なことには、会社に公式なことがある際など必ず石
井君を招待していた。

新電元も今日の隆盛を迎えたんだから石井君も表彰して貰う値打ちがあ
る。

吉 田

研究所でセレンウム整流体の耐圧を上げようと努力していた頃です。研
究所には丁度先程お話のあったバリウム・アザイドがありましたので、バ
リウムの層をセレンの上に作りましたら、20ボルト耐圧が50ボルトに急に
上りました。アルカリ、アルカ土属等、色々実験をしましたが、いずれも
耐圧が上りました。これはあとから考えると理論的にも結論されることで
したが、丁度研究所にバリウムアザイドがあったからこそ、容易に実験が

出来たんです。

戦争中にレーダーの電源にはセレン整流体を使っていたんですが、セレン原材料が不足になって来ましたので困っていたときでありましたから耐圧が倍になったんで軍の方から大いに喜ばれたんです。それで前に述べました佐竹の意見でドイツから当時潜水艦によってレーダーのデーターをいろいろと貰っているから日本からのお返しにこの方法を教えてやろうということになっていたんです。薄い絶縁性の層を人工的に作る所謂人工堰層を整流体に挿入したのはこれが恐らく最初であったと思います。

このようにして人工的に薄い層を作る技術が出来ましたので、その中にグリッドを入れて真空管のように制御して見ようとしたのです。今日の言葉で云うとトランジスタです。

セレンの上に絶縁物を置いてグリッドを入れて、又その上に絶縁層を置いて最後に電極を設けたんです。構造はそっくり真空管のモデルのようなものを作りまして、やって見たんですがうまく行かない。オームの法則に従って電流が流れるだけで増幅はしない。それで半ば締めていたらショックレーのトランジスター発明が報ぜられました。そこで前の実験には拙いところがあるのではないかと考え直したんです。こんどは本気でこれに専念しました。

ショックレー氏がトランジスタの発明をしたという報を知ったのは9月でしたが、しかし内容は知らなかった。理論に至っては誰も知らない。しかしもう12月にはセレンウムで増幅の現象を認めました。何とかしたら出来るに違いないと信じたら出来たんです。それ迄は、出来るか出来ぬか解らぬので、意気込みが違いました。そして出来たのが、三極セレンウム板です。ショックレーのトランジスターは電流による制御であったのですが

三極セレンウム板は電界制御で全く原理が違いました。今日で云うF・E・Tの先駆を切ったんです。三極板では、電極の面積が大きいので可聴周波しか増幅出来ませんでしたが、電流は大きく流せるので、マグネチックピックアップの入力を2段増幅すると、ダイナミックスピーカーが鳴りました。結晶を用いて増幅した音を聞いたのは、私が日本で最初であった訳です。最初から案外よい音がしたので却ってガッカリしました。電気学会でデモンストレーションをやって見せましたし、半導体の国際会議には渡辺寧先生に論文を持って行って貰いました。しかし残念なことに寿命が100時間しか保たないんです。原因はセレンウムは活性が強いので電極附近の状態が変わるのです。これに対処するため活性のない半導体というので酸化チタニウムを選んだんです。それから酸化チタニウム整流体の研究に入りました。まず二極をやらねばなりませんでした。セレンウムはP型ですが、酸化チタニウムはN型なので、極性を全部逆にすると動作しました。

こゝで足踏みをしましたので、ゲルマニウムやシリコンを用いたトランジスタの主流にはついて行けませんでした。残念なことです。若しこれがメーカーだったらゲルマニウムやシリコン結晶を何とかして、入手して実験を進めて現在のF・E・Tに到達していたらうと今でも残念でなりません。

阿 部

然し、これはトランジスター作用というものが全くわからず、ゲルマニウムだけが持つ特殊な作用かも知れんという時に、他の半導体で増幅をやって見せたということは半導体研究上価値のあることだった。

吉 田

チタニウムも西村先生にいろいろ教えていただきましたが、純度の良い

ものがなかったので、耐圧の上らぬうちに1000ボルト耐圧のシリコン整流体が出現しましたので、これでは太刀打ちは出来ないので研究を中止しました。

ただ、チタニウム整流体をシリコン整流体と比較しまして、優れているところは温度に耐えるということで200度まで使用出来ますし、特異なことには200度で能率が最大になるという性質がある点です。

鳥 養

チタニウム整流体は随分研究したが、利用するところはないだろうか。温度特性が良いことを利用して純度の高い材料を以ってもう一度試みてほしい。

吉 田

尚、セレンウムによる電子写真ですが、カールソンが発明した（現在のゼロックス方式）のを知りまして、セレンウムなら古くから扱っていましたので、こんなものならすぐ出来ると思ってやりました。技術的にはすぐに追いつきましたが、しばらくの間は特許で手も足も出せない状態でした。只今ではゼロックスの特許に関係なく感度が上りましたので、研究所で実物を作ってデモンストレーションをやる積もりです。

鳥 養

石井元さんがセレン整流体をやりたいといって大学に来られたときは勿論まだ電元工業が出来ていなかった時代だ。陸軍より要請があり技術と人を探しに見えたのが最初だった。

吉 田

石井さん、鳥養先生との最初の出会いからお話をお願いします。

石 井（電元工業会社初代社長）

昭和15年には電元工業はまだ出来てなくて電元社の研究室で亜酸化銅整流器を作っていました。もて余して困っているとき田中正市君がヒョッコリやって来てセレン整流器の話を持ち出しました。私はセレン整流器とはドンナものか、またどうして作るのかも知りませんでした、それじゃひとつやってみようと言うことになり亜酸化銅整流器の方は一時棚上げとしまして。

吉 田

・当時電元社では亜酸化銅整流器は製品になっていたのですか。

石 井

えゝ、製品になっていましたけれど歩止りが悪くてテンデ採算がとれなかったんです。亜酸化銅整流器をセレン整流器に切り替えた時のことです。研究室の床板を剥してみましたら床下から亜酸化銅整流体の不良品が何トンか現れました。

吉 田

床板のスキ間から落ちたんですか。

石 井

いや落したんです。アンマリ不良品が出てカッコが悪いのでかくしたんです。半導体とはそんなものだったんです。それを見て「あゝ亜酸化銅を止めてよかった」と思いましたよ。

吉 田

セラミック屋もやはりそんなもんだったようです。不良品で池を埋めたという話もきいています。

石 井

当時電元社では電気溶接器や焼入用のソルトバス等を東北大学の佐藤知

雄先生の御指導でやっていました。これ等の傍らセレン整流器を作るとなると、どなたか大学の先生に御指導を仰ぎ度いと思いました。鳥養先生がセレン整流器の研究をしていらっしゃることを田中君から聞きまして、今後の指導をお願いに出ましたような次第です。

セレン整流器の仕事を始めることになり、田中君は当時彼の助手であった忍足君（現忍足研究所）と橋本君（現三社電気製作所）を連れてやって来たんです。3人丸抱えです。過日、電元工業時代の人々の集会があり70人程（全員は120人）集り久々振りで顔を合えました。

吉 田

電元工業の創立当時の古い話をお伺いしたんですが。

石 井

私もつまらぬことで失敗してしまいましたが、過日新電元会社が創立20周年を記念して新電元の歴史を書いた立派な本を送ってくれました。過日私、青木君に皮肉を申したんです。新電元は隆々盛大になりました。これについての御努力は大いに買いますが、あの本を見ると「卵なくして大きな鶏が忽然と出来たようだ」と申したんです。あなた方はお知りでない裏面史を書きましようかと云いました。田中君も関君も感情を交えず真相を書いて残しておこうという話も出ました。たゞ、嬉しいことは金利の資本より脱却して電元工業育ちの青木君が只今社長であることです。

セレン整流器をやっていて一番の大きな失敗は素子に合格の印を押してストックしたことでした。軍の要求に直ちに応じられるように当時の金で約150万円程を素子のまゝでストックして注文があれば直ちに組んで納められるようにしたのです。ところがこのストックが全部駄目になりました。この損害をどうしてカバーしようかと悩みました。

吉 田

どうして不良になったんですか。

石 井

合格の印に印肉を使ったんです。しかも素子の白い処（電極の上）に押し込んだもんですから。

吉 田

水銀のせいですね。

石 井

そうです。それもある期間経つと不良になるのです。すぐにはわかりません。

ところで、吉田さんは三極管と同じようなものをセレンでやられましたね。今でも臆えています。

吉 田

ショックレーのトランジスタとは現象が違います。ショックレーのトランジスタは電流による制御ですが、私のやったのは電場による制御でした。今のF・E・Tに当るものです。

石 井

特許をとっておかれたらよかったんですが。

吉 田

特許にはなったんですが、もう期限が切れています。やっとF・E・Tが実用になると期限が切れる。特許は早すぎても効果がないんですね。実用化の努力が足りなかったんですね。

石 井

むつかしいものですね。

吉 田

最後に鳥養先生しめくゝりに御一言をお願いします。

鳥 養

皆様お忙しいなかをお集り下さいまして有難うございました。

学校、会社、研究所という多方面に渉る皆様の御尽力で研究所は現在の姿にまで育って来ました。研究所は今後益々発展して社会のために尽さねばなりません。どうか従来に変わらぬ御支援をお願いします。

皆様有難うございました。

(完)

附表第 1 応用科学研究所年賦

年 月 日	記 事
大正 6 年 11. 8	◦ 京都市上京区岡崎東福ノ川町 9 番地に財団法人青柳研究所を設立す。
11.26	◦ 寄附行為第15、第16条により設立者工学博士青柳栄司 下記 5 名を理事に推選す。 法学博士 戸田 海市 工学博士 大藤 高彦 工学博士 小倉 公平 大滝新之助 法学博士 雉本 朗造 ◦ 電熱線条の製作および高温度用電気炉の製作研究に着手す。
大正 7 年 3.11	◦ 京都帝国大学電気工学教室地下室上家の使用および給水、瓦斯、電気および器械使用許可さる。
大正 8 年 8. 1	◦ 「タングステン」の製造研究を開始す。 ◦ 電球の製作研究に着手す。
大正 9 年	◦ 半真空電球の研究 ◦ 高熔融金属の研究 (ヒラメントの処理法の研究) ◦ アザイドの研究 (ゲッターとしてのアザイドの研究) ◦ 封入電導体の研究 (金属被覆を施したニッケル・スチール線の研究)

大正10年	◦ 高熔融金属の電子冶金法の研究 (らせん状タングステン繊維条の内部で加熱する方式) ◦ 真空計、光度計の研究 ◦ 水銀「イオンポンプ」の研究 (イオンポンプを創案し試験す) ◦ タングステン繊維条製造法の研究 (前記電子冶金法による) ◦ 熱電式真空計の研究 ◦ 半真空電球の研究 (前年度より継続)
大正11年	◦ アザイドの製造およびその応用に関する研究 (前年度より継続) ◦ 「タングステン」繊維条の研究 (単一結晶体の製作) ◦ 液体の蒸気張力を利用した定温装置の研究 ◦ エナメル塗電熱線の研究 ◦ 低圧瓦斯填充白熱電燈の研究 ◦ ニクローム電熱線の製造研究
大正12年	◦ 雉本理事死去 ◦ 「タングステン」繊維条の研究 (前年度より継続) ◦ 半真空電球 (高電力投光器に応用) ◦ 電流制限器の研究 ◦ ニクローム電熱線の製造研究 (前年度より継続)

3.24

大正13年	◦ 「タングステン」 織条の研究 (前年度より継続) ◦ 電流制限器の研究 (前年度より継続) ◦ 瓦斯封入白熱電球に関する研究 (電磁線輪による空間電流の防止) ◦ 真空電球に関する研究 (電磁線輪による黒化の防止) ◦ ニクローム電熱線の研究 (前年度より継続)
大正14年	7.31 ◦ 事務所を京都市下京区西九条院町 9 番地に移転 ◦ 「タングステン」 の研究 (前年度より継続) ◦ 瓦斯封入電球の研究 (磁場による空間電流の防止および絶縁された導体による空間電流の防止) ◦ 真空管の研究 (金属蒸気を利用する排気法) ◦ 電子放電用陰極の研究 (微細な凸凹を有する陰極)
大正15年	◦ 「タングステン織条」 の研究 (前年度より継続) ◦ アザイドの工業的製法 ◦ 真空管の研究 (前年度より継続)

昭和 2 年	◦ 大容量電子放電装置の研究 (管内壁にクロームを付着せしめたもの) ◦ 「タングステン」の研究 (前年度より継続) ◦ 低圧瓦斯封入電球の研究 (前年度より継続) ◦ 輻射エネルギー測定器の研究 (抵抗織条を気密容器に封入したもの) ◦ 大容量電子放電装置の研究 (前年度より継続)
昭和 3 年	◦ 「タングステン」の研究 (前年度より継続) ◦ 瓦斯封入電球の研究 (アザイドの使用量を小ならしめる研究) ◦ 大容量電子放電装置の研究 (10K V、2 K W程度の真空管の試作)
昭和 4 年	◦ 真空計に関する研究 (2 個の封入抵抗線による比較) ◦ 真空管に関する研究 (前年度より継続)
昭和 5 年	◦ 白熱弧光燈に関する研究 (2 個のタングステン球とこれを連結するタングステン織条よりなる電球) ◦ 「ネオン」管に関する研究 (バリウム・アザイドによるネオンガスの清浄)

4.1 昭和6年 昭和7年 昭和8年	◦ 高周波電流計に関する研究 (ガラス管外部に金属を付着せしめ、内部に熱電対を設けたもの) ◦ バリウムアツアイドを工業的に製造する目的で事務所所在地である京都市下京区西九条院町9番地に工場並びに研究室を設置した。 ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (前年度より継続) ◦ ネオン管を利用した交流電圧計 ◦ 真空管に関する研究 (150K V整流管の試作) ◦ 瓦斯封入白熱電球製造法の研究 (アザイドを利用し且つ填充ガスを外部より導入する方式) ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (前年度より継続) ◦ ネオン管を利用する電圧計 (前年度より継続) ◦ 真空管に関する研究 (前年度より継続) ◦ 瓦斯封入白熱電球製造法の知究 (前年度より継続) ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (直流タングステン弧光燈) ◦ 真空管に関する研究
--	---

昭和9年7.16	(200K V 整流管の試作) ◦ 事務所を京都市下京区西九条院町9番地より京都市左京区田中大堰町9番地に移転す ◦ 瓦斯封入白熱電球製造法の研究 (前年度より継続) ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (前年より継続) ◦ 真空管に関する研究 (水銀の代りに「フサレート」を用いる真空ポンプの研究)
昭和10年	◦ アザイドの研究 (カリウム・アザイドの研究) ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (電源装置及びガラス材料の研究) ◦ 真空管に関する研究 (前年度より継続)
昭和11年2.18	◦ 大藤高彦(京都大学名誉教授) 斎藤大吉(京都大学名誉教授) 理事に就任。 ◦ 瓦斯封入白熱電球製造法の研究 (前年度より継続) ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (タングステン弧光燈にアルカリ・アザイドを用いる研究) ◦ 液体絶縁物の真空処理に関する研究

昭和12年	(礦油の真空処理) ◦ 真空管に関する研究 (拡散ポンプ油の研究) ◦ 放電管に関する研究 (四極構造とし始動開始電圧を調節) ◦ 白熱弧光燈に関する研究 (ガス充填弧光燈にアルカリ金属のアザイドを用いることによって始動を容易にする) ◦ 液体絶縁物に関する研究 (前年度より継続) ◦ 真空管に関する研究 (前年度より継続) ◦ 放電管に関する研究 (放電管内の特設電極によって電圧降下を測定する研究) ◦ 放電管を利用する光通信 (電子衝撃による高温体の輻射エネルギーを利用する光通信)
昭和13年	◦ 白熱弧光燈に関する研究 (高圧水銀弧光燈の研究) ◦ 放電管を利用する光通信 (ガスの電離によるルミネッセンスを利用する光通信)
昭和14年11.16	◦ 理事長に鳥養利三郎就任。青柳栄司前理事長は理事に就任。名称を応用科学研究所と改める。

昭和15年	◦ 白熱弧光燈に関する研究 (高圧水銀燈に於ける導入部の研究) ◦ 放電管を利用する光通信法 (前年度より継続) ◦ 高周波電流発生装置 (水銀封入真空管を放電ギャップとする発振器) ◦ 高周波電流発生装置 (前年度より継続) ◦ 高周波電流による直接製鋼法の研究 (鉄鉱と還元剤を混じたものに高周波電流を通じる製鋼法) ◦ 特種高温測定器 (白金-炭素熱電対) ◦ 有賀光豊、高橋省三、理事に就任
昭和16年	◦ 高周波発生装置 (前年度より継続) ◦ 高周波電流並びに低周波電流に依る製鋼法の研究 (鉄鉱と還元剤と混じたものに高周波並びに低周波電流を通電する製鋼法) ◦ 特殊高温測定器 (タングステン-炭素熱電対) ◦ 鋼の高周波による焼入の研究 (高周波焼入に適する回路の研究)
昭和17年	◦ アザイドの研究 (各種アザイドの製法と応用の研究)

昭和18年3.22

- 高周波発生装置
(前年度より継続)
- 高周波並びに低周波電流による製鋼法の研究
(前年度より継続)
- 鋼の高周波焼入の研究
(焼入深度、硬度の研究)
- 放電を利用する光学ガラス製造の研究
(ガラス材料に直接高周波を通電溶融せしめるガラス製造法)
- 炭素電極、炭素刷子の特性に関する研究
(炭素粒度、混和物の諸特性に及ぼす影響)
- 杉本正邦(日本高周波重工業重役)
理事に就任す
- バリウム・アザイドの量産研究
(バリウム・アザイドの電要増大に対処するための研究)
- 大容量高周波発生装置の研究
(高周波焼入用として大容量—100キロワット以上—のものが要求されるに至った)
- 高周波又は低周波電流の直接通電による製鋼法の研究
(南方泥状ニッケル・クローム鉄鋼に直接通電しニッケル・クローム鋼を得んとするもの)
- 鋼の高周波焼入法の研究
(高周波焼入法と従来の焼入法との比較検討をする)

昭和19年 9.12

と共に栓、歯車等の実際の試料について高周波焼入の効果を確認した)

◦ 直接通電による光学ガラス製造の研究

(ガラス原料に直接通電して光学ガラスを製造する研究)

◦ 石川芳次郎 (京都府経済会理事長、京福電鉄社長) 理事就任

◦ 研究室85坪を増築す

◦ セレニウム整流体の研究

(セレニウム整流体製造の工程中にバリウム・アザイド処理を施すことによって耐圧が上昇することを発見した)

◦ 300キロワット高周波発生装置の完成

(高周波発生装置の容量増大の要求に応じたもの)

◦ 高周波焼入の研究

(歯車、車軸、気筒等についての焼入)

◦ 直接通電による光学ガラスの研究

(前年度より継続、次第に実験規模を拡大し大量生産可能となる)

◦ 鋼の高周波焼入における焼割の研究

(焼割と鋼の成分元素との関係を検討した)

◦ マグネシウム又はマグネシウム合金の防蝕皮膜形成法の研究

(マグネシウム又はマグネシウム合金に対して特殊電解法によって強靱な皮膜を作ること成功した)

昭和20年 5.20	◦ 高周波による局部加熱の研究 (高周波によって、殊さらに局部を加熱するもので鍛造、溶接等への応用を企図したものである) ◦ 石井 元 (電元工業社長) 理事就任。 ◦ 終戦に伴う社会情勢の変化のため研究は一時停頓状態となったが、下記研究を継続した。 ◦ 高周波焼入装置の研究 ◦ 鋼の高周波焼入における焼割の研究 ◦ 高周波による局部加熱の研究 ◦ 高性能セレンウム整流体の研究
昭和21年 1.20 3.25	◦ ポツダム宣言受諾に伴い本研究所は連合軍司令部の保管及び監理の下におくべき旨通牒さる ◦ 文部次官より指定施設保全維持を通牒さる ◦ 鋼の高周波焼入に関する研究 (木工用機具、農耕機具等の主として刃先の焼入を研究す) ◦ 鋼の高周波焼入における焼割の研究 (鋼中の磷含有量を検べることによって焼割を防止した) ◦ セレンウム整流体の研究 (セレンウム層を電着によって構成する研究) ◦ 人工堰層の研究 (セレンウム整流体に対して各種の人工堰層を実施した)

昭和22年 3 .12

- セレンウム精製の研究
(真空蒸溜、及び大気蒸溜による精製法の研究)
- 阿部清 (京都大学教授)
理事就任。
- 鋼の高周波焼入に関する研究
(内燃機関部品の焼入を行う。量産化のため自動焼入装置を検討す)
- 鋼の高周波焼入における焼割の研究
(炭素、マンガン、クローム、タングステンを含む鋼材の焼割について研究す)
- セレンウム整流体の研究
(セレンウムの精製、セレンウムの固有抵抗、高分子化合物を用いた人工堰層について研究す)
- 高周波による金属とガラスとの融着の研究
(高周波によって金属を加熱しガラスと融着する方法の研究)

昭和23年 4 .12

- 吉田卯三郎理事死去
- 鋼の高周波焼入に関する研究
(車輛関係特に車軸類の移動焼入を検討した)
- 鋼の高周波焼入における焼割の研究
(油冷却を必要とする材料に対して温水を用いることが可能なことを証した)
- 高周波による金属とガラスの融着
(クローム鉄、及び銅に対してガラスを融着した)
- セレンウムの精製

昭和24年	(大気蒸溜に際して水蒸気を噴射し二酸化セレンウムが混入するのを防止した) ◦セレンウム整流体のエーゼンクに関する研究 (劣化の進行状態を明らかにした) ◦鋼の高周波焼入に関する研究 (鋳鉄、鋳鋼、可鍛鋳鉄に対する高周波焼入の研究) (高周波焼入を施すと耐磨耗性及び疲労強度が増大する) ◦鋼の高周波焼入における焼割の研究 (焼割と内部応力との関係を明らかにした) ◦セレンウム整流体の研究 (活材の含有量と整流体の特性との関係を明らかにした。また、堰層に於ける電位降下についても検討した) ◦三極セレンウム板の研究 (セレンウムによる電界効果トランジスターを発明した。動作原理の細部は不明のまま、諸特性曲線を測定した) ◦銅を用いる整流体の研究 (亜酸化銅整流体、硫化銅整流体に使用する銅素材を検討した)
昭和25年	◦鋼の高周波焼入に関する研究 (耐磨耗性及び繰返し曲げ疲労について検討した) ◦セレンウム整流体の研究 (セレンウムについて表面単位を検討した)

昭和26年

- 窒化セレンウムの研究
(窒化セレンウムの半導体的性質を検討した)
- 三極セレンウム板の研究
(三極セレンウム板の動作原理を究明すると共に、二段増巾を以ってダイナミック・スピーカーを動作せしめることに成功した)
- 銅を用いる整流体に関する研究
(亜酸化銅整流体、硫化銅整流体の製法研究)
- 戸畑、福岡、長崎、大牟田、八幡、神戸、大阪等の全国各都市に於て高周波焼入に関する啓蒙講演会を開催した。
(講師 西村秀雄所長、山崎惣三郎研究員)
- 鋼の高周波焼入に関する研究
(大容量装置、鋸刃自動焼入装置に関する研究)
- 鋼の高周波焼入に適した鉄材の成分に関する研究
(所期の焼入深度を得、且つ焼割のない特殊鋼および鑄鉄の成分について検討した)
- 三極セレンウム板に関する研究
(制御液と素子の劣化に対する研究)
- 高性能セレンウム整流体の研究
(Sn、Sb、Pbのセレン化物についてセレン量と熱起電力の関係を測定し電導型式を決定した)

昭和27年 3.17

- 西村 秀雄 (京都大学教授)
- 林 重憲 (京都大学教授)
- 蒔 益太郎 (日本高周波鋳業社長)

昭和28年	藤田 真（日本高周波鋳業常務） 砂田 四郎（日本高周波鋳業常務） 野間 正秋（生活科学研究所理事） 理事に就任 ◦名古屋、大阪、山口に於て高周波焼入に関する啓蒙講演会を開催した。 （講師 西村秀雄所長、山崎惣三郎部長） ◦砂鉄よりイルメナイトを分離する研究 （チタン原料を得るため静電力によって砂鉄よりイルメナイトを分離した） ◦鋼の高周波焼入に関する研究 （金鋸の自動焼入装置を完成した） ◦セレンウム整流体の研究 （セレンウム表面にゲルマニウムの薄層を蒸着した整流体の研究） ◦三極セレンウム板の研究 （三極セレンウム板の光電効果について検討した） ◦砂鉄よりイルメナイトを分離する研究 （試作分離装置について温度、印加電圧等の関係を検討した） ◦鋼の高周波焼入に関する研究 （放電間隙を水で冷却する場合露の付着しない考案をした） ◦チタニウム整流体の研究 （金属チタニウム板表面を不完全酸化して半導体化
-------	--

昭和29年 4 .18	して整流体を製作した) ◦鳥養理事長、阿部理事、山崎部長「高周波電流発生装置および焼入法の発明」により藍綬褒章を授与する。 ◦イルメナイトより四塩化チタンを得る研究 (金属チタンの原材料としての四塩化チタンを砂鉄より得たイルメナイトを塩化して得んとする研究) ◦フェライト磁心材料の研究 (高周波焼入に用いるフェライト磁心の製造研究) ◦チタニウム整流体の研究 (チタニウム整流体は高温に耐えるのでこれを実用化せんとする研究) ◦三極チタニウム板の研究 (セレンウムの代りに酸化チタニウムを用いた三極板の研究) ◦チタニウム電解コンデンサーの研究 (アルミニウム箔の代りにチタニウム箔を用いて電解コンデンサーを小形化する研究)
昭和30年 5 .28	◦山村忠行(参事) 理事就任 ◦イルメナイトより四塩化チタンを得る研究 (前年度より継続) ◦フェライト磁心材料の研究 (成形方法、線輪との取付け方法および実際の使用法を検討)

昭和31年	◦ 鋼の高周波焼入における焼割の研究 (中断焼入法によって残留応力を小とし、焼割を防止することを得た) ◦ 三極チタニウム板の研究 (チタニウム表面の酸化法および特性向上に関する研究) ◦ チタニウム電解コンデンサーの研究 (電解酸化後熱処理を施すことにより容量が飛躍的に増大することを発見した) ◦ 白金—白金・モリブデン合金熱電対 (従来の白金—白金・ロジウム合金熱電対よりも優れた熱電対を発明した) ◦ 鋼の高周波焼入に関する研究 (水および油を冷却液としたときの冷却—時間曲線を測定した) ◦ フェライト磁心の研究 (鉄—マンガン—亜鉛フェライトに更にマグネシウムを追加することによって特性を向上することが出来た。またフェライトの使用によって発振器の出力を増大することが出来た) ◦ チタニウム整流体の研究 (各種特性を検討すると共に増産化について計画す)
昭和32年	◦ 白金—モリブデン合金熱電対 (劣化試験を完了し実用化を計った) ◦ 高周波焼入部温度の測定

	(加熱部に一極を、非加熱部に一極を設けた熱電対を以って加熱部の温度上昇を測定した) ◦ フェライト磁心の研究 (フェライト磁心の成分混合比と特性の関係を明らかにした) ◦ チタニウム整流体の研究 (電流容量を増加し得る電極の構造についての研究) ◦ 軸受鋼の加工と熱処理の研究 (軟化焼鈍し炭化物が拡散しやすい状として後に球状化させる方法を検討した)
5.20	◦ 創立40周年記念式典を挙行す
8.31	◦ 西原利夫(京都大学名誉教授)理事就任
昭和33年	◦ 高周波焼入部温度の測定 (焼入コイル近傍に被加熱体と同質の小片をおき、焼入時に同時にこの小片を加熱せしめ、その温度を以って被加熱体の温度を間接に測定するもの) ◦ チタニウム整流体の研究 (原材料であるチタニウム金属板の加工度によって整流性が影響されることを発見した)
昭和34年	◦ 三塩化シランより高純度シリコンを得る研究 (従来行われた四塩化シランよりでなく三塩化シラン Si HCl_3 より高純度シリコンを製造する研究、硼素の混入少いものを得んとするものである) ◦ 高周波焼入に関する研究

昭和35年4.15	(被加熱体の温度を監視しつつ行う自動高周波加熱装置の研究) ◦ チタニウム整流体の研究 (電極面積を大とする場合の影響、機械加工の特性に及ぼす影響を検討した) ◦ 深津五郎 (新電元工業社長) 藤田 真 (高周波熱錬専務) 横田 実 (京都大学事務局長) 監事に就任す ◦ 三塩化シランより高純度シリコンを得る研究 (前年度より継続) ◦ 高周波焼入に関する研究 (P.C.鋼棒焼入のための自動装置の検討をした) ◦ チタニウム整流体の研究 (酸化時の雰囲気としてアルゴンガス、アルゴンガスと水蒸気、水蒸気等について流量、温度、時間等の影響を検討した)
昭和36年	◦ 高周波焼入に関する研究 (放電間隙について各種の測定を行った) ◦ チタニウム整流体の研究 (前年度より継続) ◦ 多結晶シリコン層のPN接合 (銀板上の多結晶シリコン層にPN接合を構成した)
昭和37年	◦ 高周波焼入に関する研究

昭和38年 4.17

(表面硬化層と素地との中間に生成する組織について検討した。なお焼入装置より発生する妨害電波について調査研究した)

○ チタニウム整流体の研究

熱酸化を施す炉中の温度と水蒸気流量との関係を詳しく検討して製品の均一化を期した)

○ シリコン結晶表面にエピタキシー層を作る研究

(加熱のために高周波を利用する方式——不純物混入を避くため——を提案した)

○ 吉田 洪二 (大阪府立大学教授)

村上陽太郎 (京都大学教授)

田中 哲郎 (京都大学教授)

理事就任

○ 火花間隙高周波発振器の妨害電波

(火花発振に就ては妨害電波を除くことは不可能であった)

○ イグナイトロンによる発振

(イグナイトロンを以って高周波発振器を作った。数キロワット以上の装置の可能性については不明)

○ 高周波焼入についての研究

(1ミリ程度の深度の焼入を施した場合のシャルピー値について検討した)

○ チタニウム整流体の研究

(製品のバラツキを種々の方面より検討した)

○ シリコン結晶表面にエピタキシー層を作る研究

昭和39年	(前年度より継続) ◦ 高周波焼入に関する研究 (高周波焼戻し、即ち短時間焼戻しの場合に生じる組織を検討した) ◦ 火花間隙高周波発振器の妨害電波 (遮蔽その他に充分注意した場合の妨害電波強度を測定するとともにテレビ画像に対する妨害を検討した) ◦ チタニウム整流体の研究 (チタニウム金属の表面に更にチタニウム金属を蒸着して整流体を製作し特性を安定せしめた——蒸着することによってチタニウムの純度は向上する)
昭和40年10.27 11.25	◦ 山村忠行理事死去 ◦ 山本茂雄 常務理事に就任 ◦ 高周波焼入に関する研究 (高周波による焼入および焼戻について検討した) ◦ チタニウム整流体の研究 (前年度より継続、蒸着に使用する電子銃を円筒形に改良した) ◦ シリコン結晶表面にエピタキシー層を作る研究 (電子ビーム以ってシリコン単結晶上にシリコンを蒸着しエピタキシー層を作った) ◦ 高周波によるプラズマの研究 (高周波無電極放電によるプラズマ・トーチ装置を

昭和41年 4.28

製作した)

◦ 青木三郎 (新電元工業専務)

監事に就任。

◦ 高周波加熱に関する研究

(高周波によって焼入および焼戻をしたものと従来の炉加熱によるものについて時効現象を検討した)

◦ チタニウム整流体の研究

(蒸着チタニウム膜の電解酸化について研究した)

◦ 酸化チタニウム熱電素子の研究

(酸素対チタニウム比の異なる酸化チタニウムの熱電能を測定し、導電型式を決定した。また固有抵抗を測定した)

◦ 高周波プラズマ・トーチの研究

(メタンよりアセチレンを製造する手段に高周波プラズマを用いることを検討した)

◦ アルミニウム合金の高周波加熱

(Al・Zn・Mg合金を高周波加熱した場合の検討)

◦ チタン合金の高周波焼入に関する研究

(モリブデン、マンガン等を添加したチタン合金について焼入を検討した)

◦ S.C.R.高周波インバーターの研究

(5000Hz/s、15KVAのS.C.R.並列インバーターを試作した)

◦ ハンダ付けに関する研究

昭和42年 5.16

- (ハンダ付の部分の組織や接着性について検討した)
- P C 用低炭素鋼線に関する研究
(亜熱間引抜きした素線の機械的性質および応力遅延について検討した)
 - 鳥養理事長辞任、会長に就任
新理事長に林重憲理事が就任
 - ハンダ付けに関する研究
(ハンダ組成および添加金属の影響について検討した)
 - チタニウム合金の高周波焼入に関する研究
(Feを2.5%および5.0%含むチタニウム合金について検討した。後者では β 相が残留する)
 - P C 用低炭素鋼線に関する研究
(高周波加熱を施した試料について硝酸カルシウム系溶液を以って応力腐食試験を行った)
 - 高周波焼入に関する研究
(ユーコン冷却液による焼入を検討した)
 - シリコン・エピタキシー層の研究
(電子ビーム加熱によって作った試料の諸性質を検討し、さらに気相法によって作ったそれとの比較を行った)
 - S . C . R . 高周波インバータの研究
(ブリッジ型インバーターを試作した)
 - 高周波プラズマ・トーチの研究
(アンモニアよりヒドラジンを直接合成する研究を

昭和43年 1.26

行った)

◦可変速度交流電動機の研究

(極性を交番しながら回転する磁界を利用する電動機を創案し試作した)

◦チタニウム薄膜コンデンサーの研究

(集積回路に使用する目的でチタニウム蒸着膜の表面を電解酸化しコンデンサーを作った)

◦酸化チタニウム熱電素子の研究

(添加不純物の種類、添加量と固有抵抗の関係を検討した)

◦アルミニウム合金の高周波加熱

(Al-Zn-Mg系合金についてG Pゾーンを生ぜしめ、急速加熱によってG Pゾーンが溶解する過程を研究した)

◦浅野清重(京都大学事務局長)

監事に就任

◦高周波焼入に関する研究

(種々の鋼材に対して冷却液の各種について焼入温度と機械的性質の関係を検討した)

◦電磁拘束力を利用する連続鑄造の研究

(電磁拘束力を溶融金属の取出口に作用せしめピンチすると同時に冷却固化し連続鑄造を行う方式を創案し理論的検討を加えた)

◦チタニウム薄膜ダイオードの研究

(セラミック板上にチタニウムを蒸着しこれを電解

酸化して半導体化しダイオードを得んとするもので集積回路に用いることを目的としたものである)

◦ グロー放電による薄膜形成の研究

(メチルシリコン等の重合物被膜をグロー放電して形成せしめた)

◦ 時効性高力アルミニウム合金の研究

(Al-Zn-Mg 合金についてG Pゾーンの復元と復元後の再時効について検討した)

◦ チタン合金の高周波焼入に関する研究

(チタン-鉄合金に対して高周波によって表面を加熱し、 β 固溶体化して後水焼入硬化せしめる研究)

◦ S. C. R. 高周波インバーターの研究

(負荷インピーダンスを高くして起動を容易にした。また起動は直流電源のリップルに著しく影響されることを明らかにした)

◦ ハンダ付けに関する研究

(直接通電によるハンダ付け装置を製作した)

◦ 可変速度交流電動機の研究

(回転方向の不安定について理論的考案を行い、対策として極性切換による方法を考案した)

◦ 火花間隙発振器のテレビ妨害対策について

(テレビ周波数に対して並列同調を利用する吸収回路について実験し良好な結果を得た)

昭和44年 3 . 28

◦ 前田憲一 (京都大学教授)

青木三郎 (新電元工業社長)

昭和45年	理事に就任 ◦ 高周波焼入に関する研究 (種々の鋼材について、焼入、焼戻、温度の影響について検討した) ◦ P.C用低炭素鋼線に関する研究 (各種腐食液に対する水素脆化について検討した) ◦ S.C.R.高周波インバーター (試作装置について実用化試験を行った) ◦ ハンダ付けに関する研究 (直接通電によってプリント板へハンダ付けを行った。電気抵抗およびハンダ付け部の断面を検した) ◦ 可変速度交流電動機の研究 (前年度より継続の方式とは別に誘導電動機の電源を断続することによって速度を変化せしめた) ◦ 電磁拘束力を利用する連続鑄造の研究 (前年度より継続、2～3 cmのヘッドの差を与える拘束力を発生することが出来た) ◦ グロー放電による薄膜の形成 (放電条件および被膜される材料の処理が結果を左右することを明らかにした) ◦ 焼入研究室の木造建屋55坪を鉄骨に改築、また書庫15坪を新築した。 ◦ 高周波焼入に関する研究 (各種の冷却液をもつて焼入し、焼戻の後、機械的性質を検討した)
-------	---

昭和46年 3.19	◦ グロー放電による薄膜の形成 (高周波無極 グロー放 電によ って SiO_2 膜を形成した) ◦ 可変速度交流電動機の研究 (回転方向安定化のため努力した) ◦ 電磁拘束力を利用する連続鑄造方式 (溶融体の液面を大なるよう構造して試験した) ◦ 三倍周波発生装置の研究 (三相交流の整流波形より三倍周波の交流を得るものでモデル実験に成功) ◦ 高周波によるロー付けの研究 (鋼板および鋼管に対して真ちゅうローを以ってロー付けを行い、ピンホールを検した) ◦ 林重憲、理事長辞任 ◦ 西村秀雄、阿部清、林重憲、理事を辞任し顧問に就任 ◦ 林 千博 (京都大学教授) 田村今男 (京都大学教授) 理事に就任 ◦ 吉田洪二 理事長に就任
-------------------	---

附 表 第 2 工業権（特許および実用新案）一覽

特許番号	発 明 の 名 称	公告年月日
36000	高熔融金属若くは其の化合物或いは混合物の電気処理法	大正 9. 3.18
36711	白熱電灯製造法の改良	9. 7. 5
36748	難熔融性金属若くは其の化合物の電気処理装置	9. 7.16
37691	熱電式真空計	9.12.20
37796	半真空電球	10. 1.11
38199	瓦斯充填白熱電灯の製造法	10. 3.12
39624	熱電子衝撃冶金装置	10. 8.10
39833	上林式光度計	10. 9. 9
40391	排気用水銀ポンプ	10.10.21
40702	改良せる電球	10.11.18
40775	変圧器式電熱器	10.11.28
42934	水銀イオン真空ポンプ	11. 6.23
50151	瓦斯充填白熱電灯の製造法	12. 4.27
50987	耐酸化性被着層を施した電熱素子	12. 4.25
60447	電流制限器	12. 8. 3
70290	電子放電装置	15. 8. 6
71628	低圧瓦斯封入白熱電灯	14.12.25
72119	電子放電装置用陰極の改良	15. 5. 5
74099	副射エネルギー測定器	昭和 2.10.25
74108	電子放電装置の改良	2. 5.25

75248	電子放電装置	昭和 3. 1.25
76623	半真空電球	2.12.14
77737	真空計	3. 8.11
94215	タングステン弧光灯	6. 9.21
98521	瓦斯放電管電圧測定装置	7. 8.15
117974	弧光灯	11. 6.19
242860	弧光放電灯	12. 5.25
124994	ソジウム入タングステン弧光灯	13. 1.24
252546	直流用弧光放電灯	13. 2. 4
273150	電気開閉器	14. 5.25
130698	熱陰極式放電管作動監視装置	14. 2.25
130697	瓦斯或は蒸気封入芒光放電管	14. 2.20
266627	放電管型継電装置	13.12. 3
262597	電気発熱体	13. 9.19
259788	保安装置	13. 8.18
108302	変光電球	9. 7.20
36638	インカンデセント ルミネセント アーク ランプ	大正 9. 6.22
65685	白熱弧光電灯	14. 9.11
66810	整流器	14. 6.24
95997	物理的自記測光及輻射測定装置	昭和 7. 5.27
106753	電子放電装置用陽極材料	9. 3.23
288042	放電管変調装置	15. 4.27
282005	電離電圧計	14.11. 6
320001	高周波誘導電気炉の給電装置	17. 3.31

151552	電力用高周波発生装置	昭和17. 3.30
324260	高周波発生用放電間隙装置	17. 7.11
310781	電力用高周波発生装置	16. 8.19
159543	マグネシウム又はマグネシウム合金の防 蝕皮膜形成方法	18. 6.19
169636	ピストン又はその類似物の表面焼入装置	20. 1.30
171550	光学硝子製造用直接通電式電気炉	19. 6. 9
352717	放電間隙を利用する高周波電流焼入装置	(出願) 20. 3. 3
352716	誘導電気に依る表面焼入用中間誘電体	20. 3. 3
350609	高周波電流に依る炭素鋼の表面焼入装置	19.10.24
351576	誘導電気表面焼入用加熱装置	19.12.12
351575	誘導電気表面焼入用集速装置	19.12.12
351577	金切鋸焼入用加熱装置	19.12.12
168969	誘導電気表面焼入用集速装置	19.12.20
167289	低品位ニッケル鉄鉱石の処理法	19. 9.30
171410	直接通電式硝子製造電気炉の起動方法	20.12.17
172976	電気に依る部分焼入方法	20. 6.22
172975	局部的電気焼入方法	21. 6.22
172973	先端部電気焼入法	21. 6.22
174941	内周面焼入方法	22. 9. 8
175444	高周波電流に依る表面焼入方法	23. 1.14
175452	誘導電気表面焼入装置	23. 1.14
175453	誘導電気表面焼入装置	23. 1.14
175451	誘導電気表面焼入用中間誘導体	23. 1.14
178183	高周波移動焼入装置	23.10.20

179590	焼入装置	昭和24. 7.15
実新365044	高周波移動焼入装置	24. 7.26
177467	衝撃性高周波発生装置	23. 7. 9
177549	高周波電流に依る筒体内面焼入装置	23. 7. 9
182265	人工堰層を施したセレンウム整流器	24.10.14
実新377854	誘導表面焼入装置	25.10. 7
187681	高周波表面焼入方法	26. 1.30
386504	高周波誘導加熱装置	26.11.13
390324	誘導表面焼入装置	27. 2.25
195448	誘導焼入装置	26. 1.30
196238	高周波表面焼入装置	27. 7. 9
400001	誘導焼入装置	27. 6.27
404380	ハクソウの高周波焼入装置	27.10.13
204557	鋼棒自動焼入装置	29. 3.11
415267	ハクソウの高周波焼入装置	29. 4. 1
415268	ハクソウの高周波焼入装置	29. 4. 1
416231	静電選別装置	29. 4. 1
207020	高周波熱処理装置	29. 4.23
207816	静電磁力選別装置	29. 5.24
417344	高周波誘導加熱装置	29. 5.31
186889	電気制御用半導体	25.11.25
186890	電気制御用半導体	25.11.25
219723	酸化チタニウム整流器	30.10.17
実新444247	火花発振装置の火花間隙電極冷却装置	31. 7.10
実新444755	高周波発振用火花間隙	31. 5.18

445463	高周波誘導加熱線輪	昭和31. 2. 7
226730	電解コンデンサー等に用いられる酸化チ タニウム板の製造方法	31. 7.16
241536	鍍金法	33. 1.23
475995	高周波誘導焼入装置	33. 3.17
246152	チタニウム整流器	33. 7. 4
499176	高周波用インダクタンス	34. 1.22
296497	三塩化シランの製造方法	36.11.30
558909	交流電動機の駆動方式	44. 5.16
571003	鋼材焼入法	44.11.12
56218	自制自励インバータの始動方式	46. 6.24
594295	交流電動機速度制御方式	46. 1.14

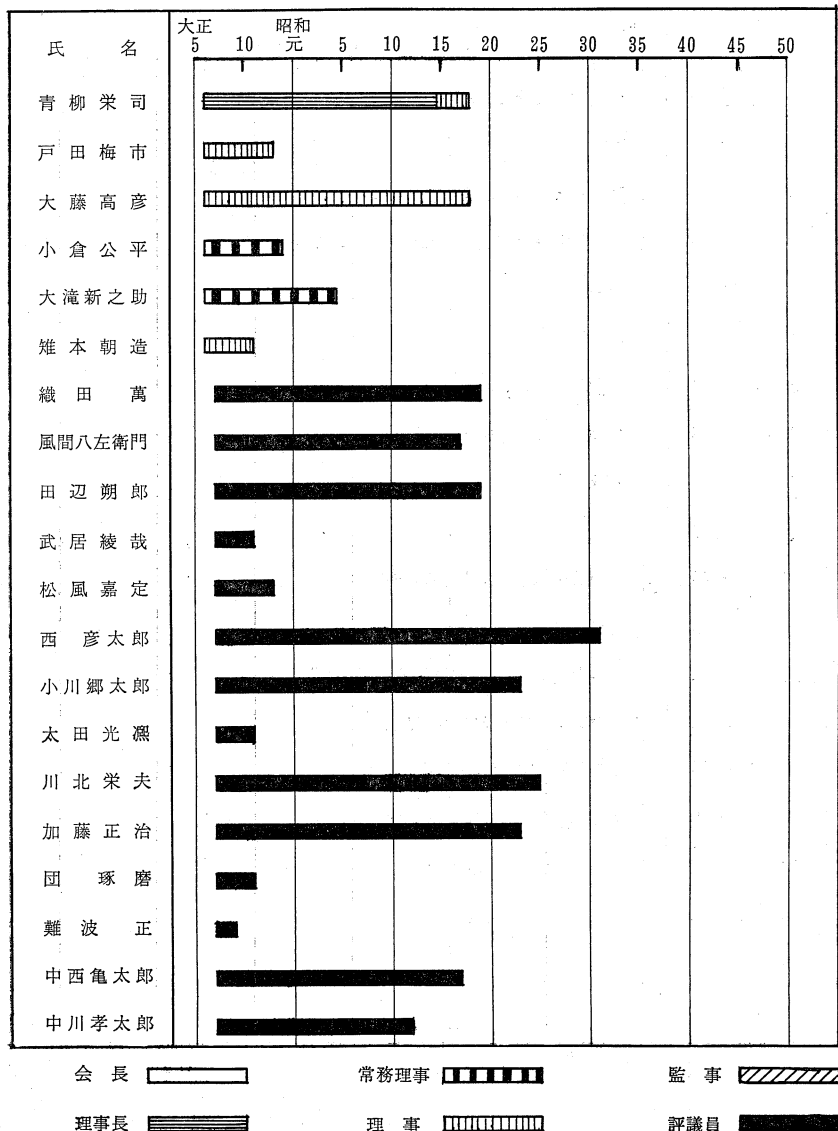
外 国 特 許

特 許 番 号	発 明 の 名 称
英 国 168697	タングステン硬化法
仏 国 519125	タングステン硬化法
仏 国 535522	低圧瓦斯充填白熱電灯
スイス 98431	低圧瓦斯電球
伊太利	低圧瓦斯電球
英 国 179437	低圧瓦斯電球
米 国 1445398	低圧瓦斯電球
英 国 178737	マノメーター
仏 国 535523	マノメーター
スイス 96490	マノメーター
独 国 373514	マノメーター
仏 国 57597	Currrnt Limiter
英 国 383342	Improvement relating to electric lamps 1930.9.22
米 国 1913785	Tungsten arc lamps 1933.6.13
独 国 1042133	Verfahren zur Herstellung von Titanoxyd-Gleichrichtern 16. April, 1959
英 国 804405	Improvement or relating to Ti Oxide rectifiers and the manufacture theoreof Oct 9 1956
米 国 2822606	Titanium oxide rectifier and method for manufacturing same Feb. 11. 1958

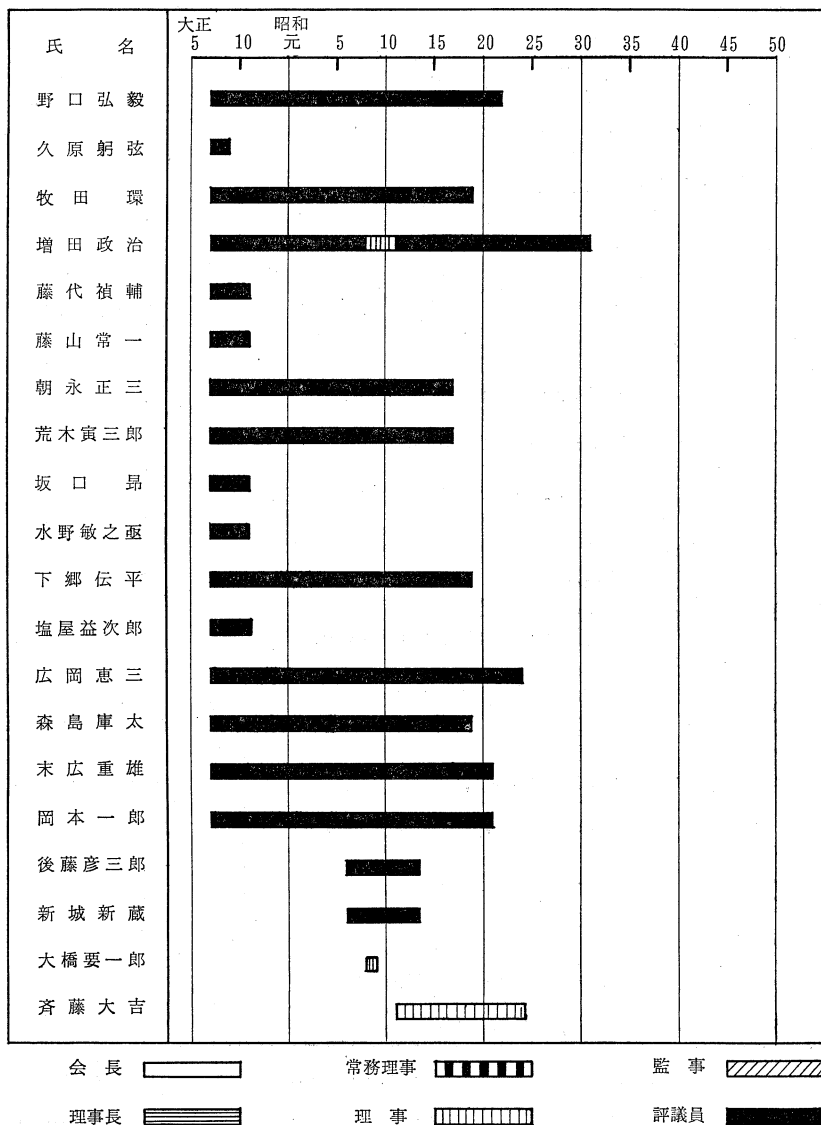
附表第 3

理事・評議員在任期間一覽

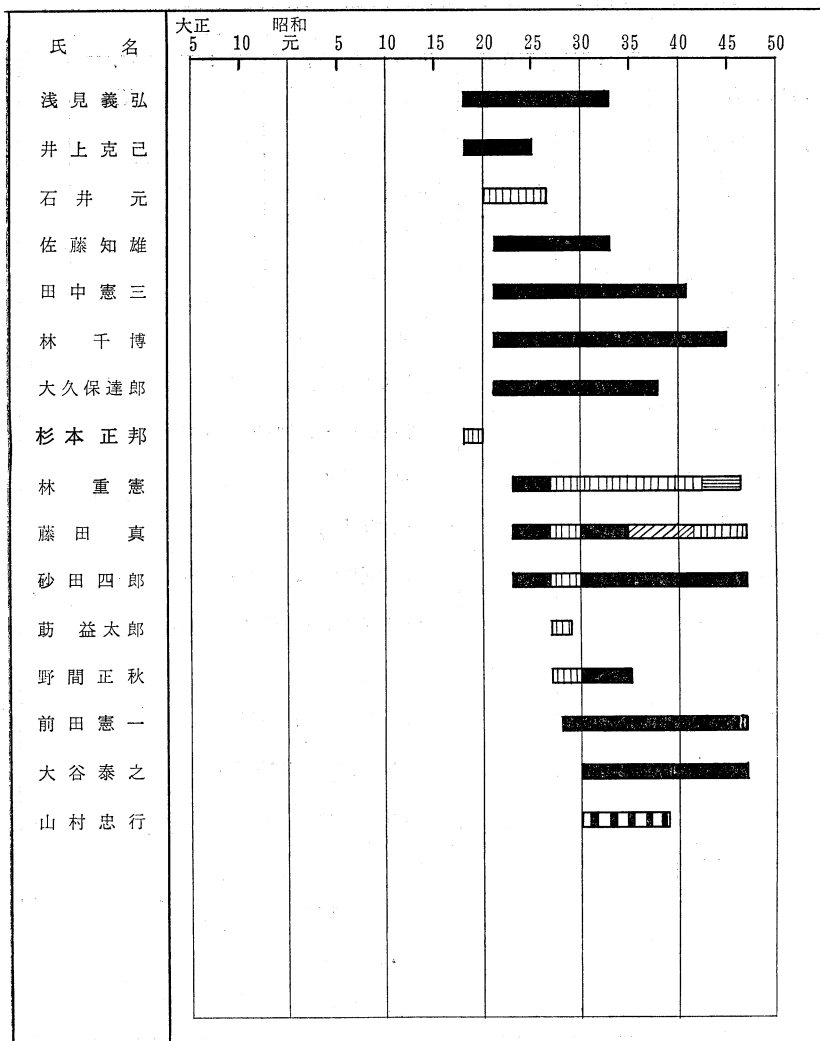
附表第 3 の 1



附表第3の2



附表第3の3



会 長 

常務理事 

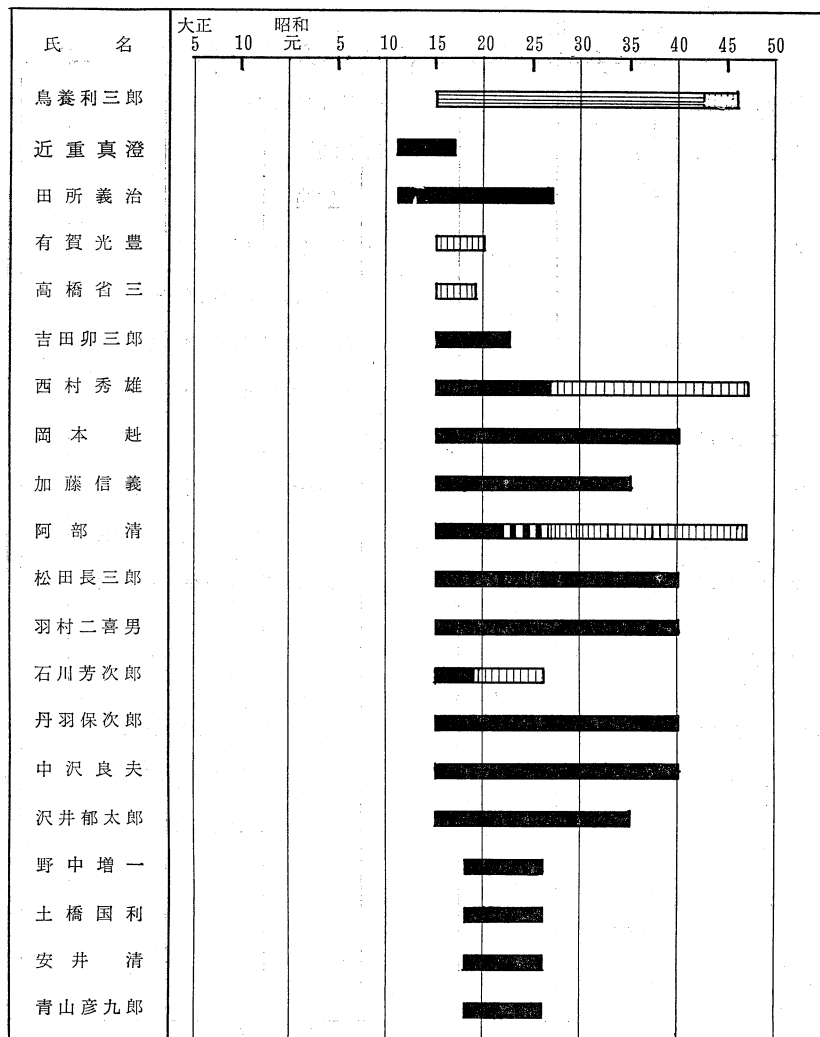
監 事 

理事長 

理 事 

評議員 

附表第3の4



会 長

常務理事

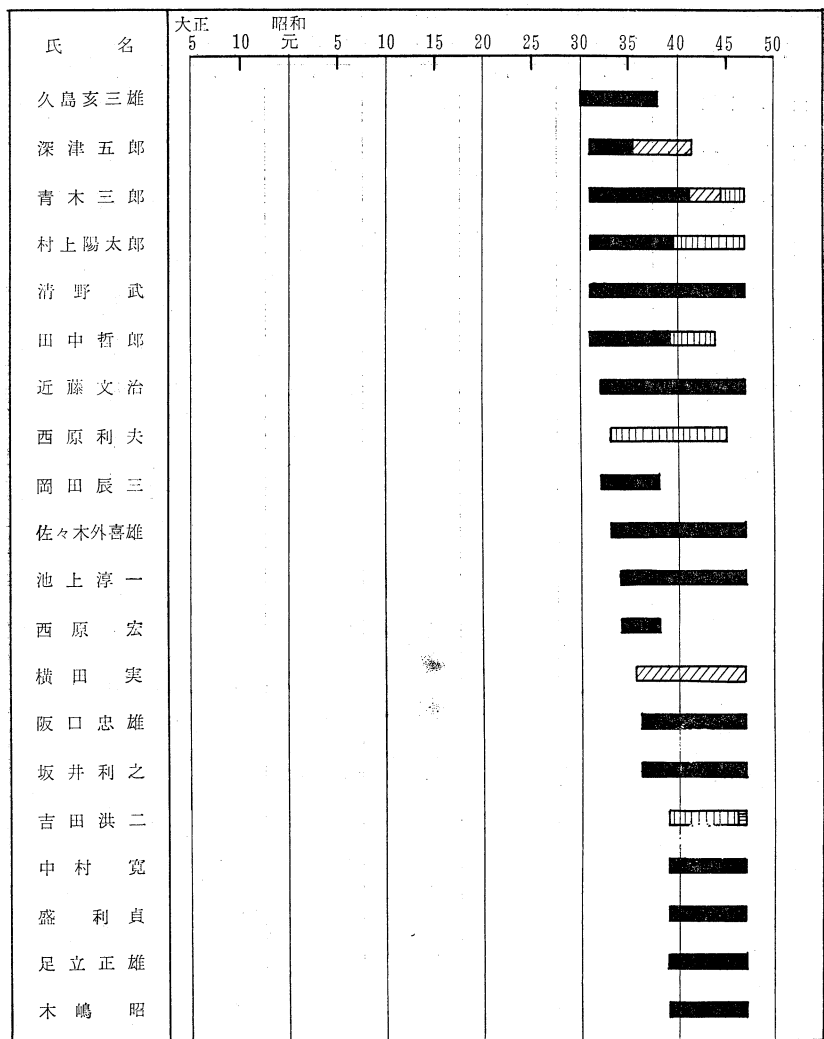
監 事

理事長

理 事

評議員

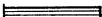
附表第3の5

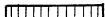


会 長 

常務理事 

監 事 

理事長 

理 事 

評議員 

附表第 3 の 6

[illegible]

会 長

常務理事 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

監 事

理事長

[illegible]

評議員

附表第4の1

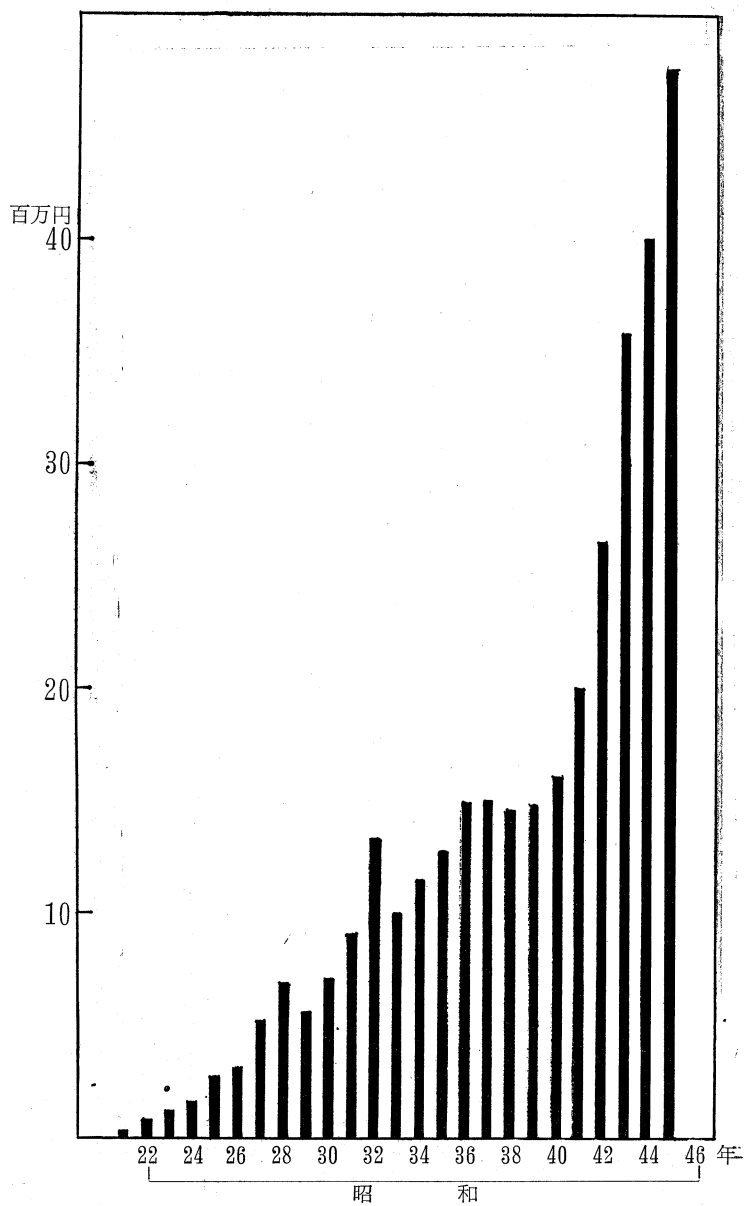
自大正7年 至昭和20年

万四



附表第4の2

自 昭和21年 至 昭和46年

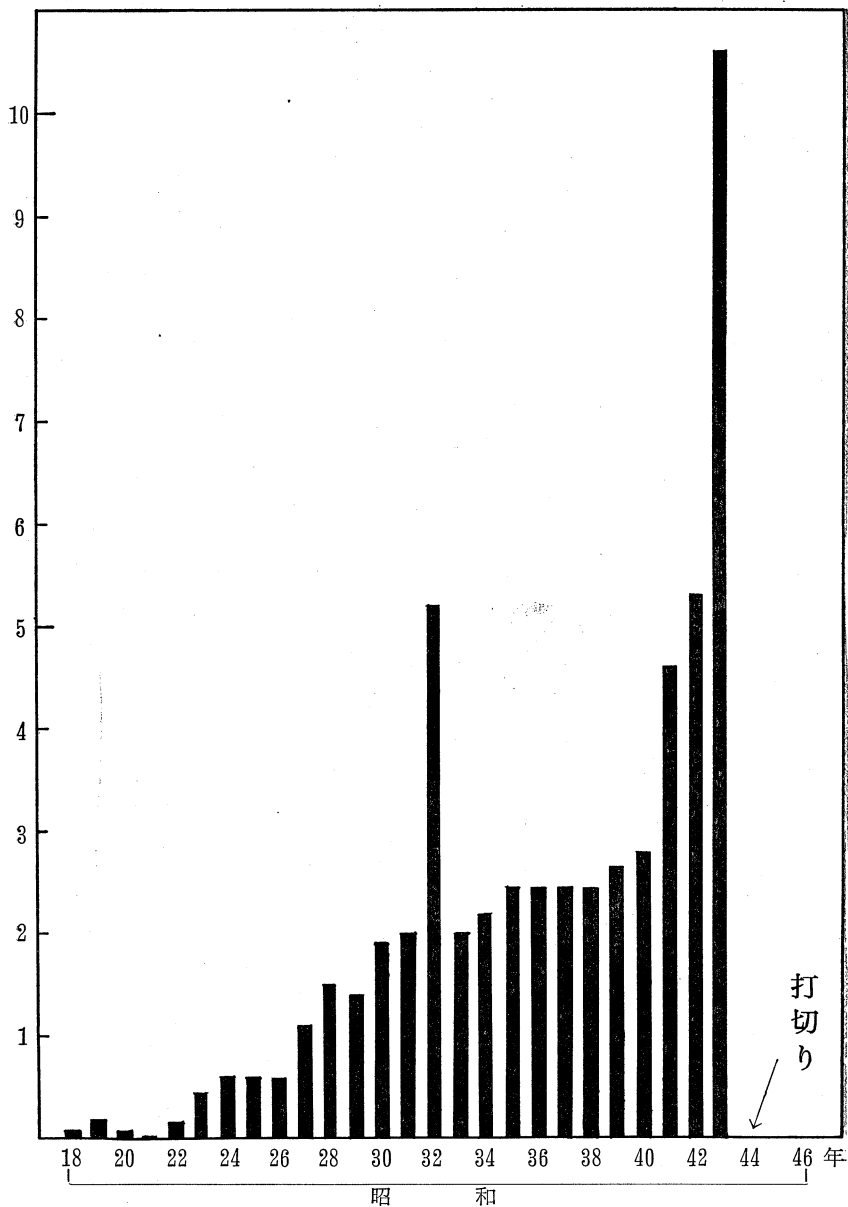


附表第5

政府補助金推移一覽

百万円

自 昭和18年 至 昭和46年



あ	と	が	き
---	---	---	---

応用科学研究所の五十年史の刊行が決定しましてから約1ケ年に涉って資料の蒐集に、また回顧録の作成に、関係各位の御協力を得まして研究所創立以来の変遷をまとめることができました。ある意味では京都大学電気工学教室を中心とした外郭研究所の変遷の歴史とも言えましょう。匆忙の間記載もれもあるかと存じますがお許し下さい。多くの先輩は既に故人となられましたが、こゝに残された偉業を記録して永く後世に伝えたく存じます。

最後に本史編纂にご協力賜わり、ご寄附をいただいた関係諸会社（高周波熱錬株式会社、日本高周波鋼業株式会社、新電元工業株式会社、株式会社島津製作所、関西電力株式会社）に心からお礼申し上げます。

編纂委員 吉 田 洪 二
 山 本 茂 雄

応用科学研究所五十年史 （非 売 品）

発 行 日 昭和四十七年三月一日

編集・発行 財団法人 応 用 科 学 研 究 所
 京都市左京区田中大堰町四十九

印 刷 株 式 会 社 栄 文 堂 印 刷 所
 京都市上京区寺町通今出川上ル