

応用科学研究所の 100年



公益財団法人応用科学研究所

(京大時計台から西北に約1 km)[83年]

代表理事副理事長

木村磐根

応用科学研究所の100年 年表

西暦	研究所名称	理事長	研究事業	収益事業
1917 大正6年 昭和元年	財団法人 青柳研究所 (22年)	初代 青柳栄治 (22年)	真空技術 タングステン白熱電球 白熱孤光灯	
1940 昭和14年 昭和20年終戦 平成元年	財団法人 応用科学研究所 (72.3年)	第2代 鳥養利三郎 (28年)	高周波精錬法 高周波焼入れ 高周波焼入れ 各種材料開発 半導体開発 各種電子技術	高周波焼入れ受託
第3代 林 重憲 (4年)		プラズマ窒化	プラズマ窒化受託 調査・実用化と普及事業	
第4代 吉田洪二 (12年)		フッ化物研究		
第5代 近藤文治 (23年)		各種受託研究		
2011 平成23年	公益財団法人 応用科学研究所 (5.7年)	西川禎一	超電導線研究 機械基盤研究 超強力磁石研究	材料評価

青柳研究所創設



初代 青柳栄治理事長
大正6年～昭和14年

青柳栄治氏：長野県安曇野市のご出身
明治31年 東京帝国大学電気工学科を卒業、
同年 京都帝国大学電気工学科が創設、同年、
同学 科助教授に就任、
明治32年 電気工学研究のためドイツに留学、
明治34年10月 帰国と共に28歳で教授(送配電)
大正2年 電気工学講習所創設(技術者養成)～昭和13年
同年 「電気評論」(学術論文誌) 創刊

研究所創設の背景：

- エジソン：京都石清水八幡宮の竹で長寿命カーボンフィラメント(明治12年)
- ◎ 田辺朔郎：明治23年(1890年)～ 京都に琵琶湖疏水→水力発電所
市電・市内ガス灯が電燈に 家庭にも電燈照明の時代始まる。
- ガス入りタングステン電球：米国のクーリッジ(明治41年)
- ◎ 日本でもタングステン電球等の開発・普及の必要性

青柳教授は大正5年(1916年)ニューヨークのエジソン研究所を訪問。発明王エジソンは当時70歳。青柳先生は学者ではあるが、**発明家としての社会的貢献の重要性をエジソンから学ばれた。**

研究所設立 大正6年11月8日“財団法人青柳研究所”設立承認
**寄付金等を基金として、研究所の研究成果から
得る収入と寄付金だけの「自主自立の研究所」**
多数の錚々たる学界人から支援、京都財界から基金援助
田辺朔郎氏(京都大学工科大学長)も評議員

研究所の事業：電球、真空工業→ タングステン白熱
ガス入電球、白熱孤光灯の開発、製造販売等

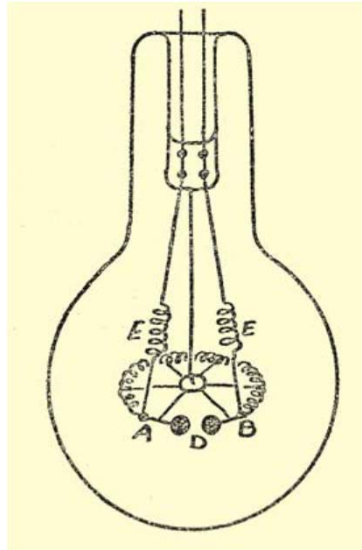
研究所事務所： 左京区岡崎西福川町

研究活動： 京都大学電気教室の作工場を借用
昭和9年 現在の応研の地に研究棟建設まで17年間
研究所22年間で 特許・実用新案等 40件

青柳研究所での大きな業績



松田長三郎氏
大正6年卒



←白熱弧光灯
原理図
AB:白熱線条
D:孤光電極
E:補助抵抗



タングステン電球

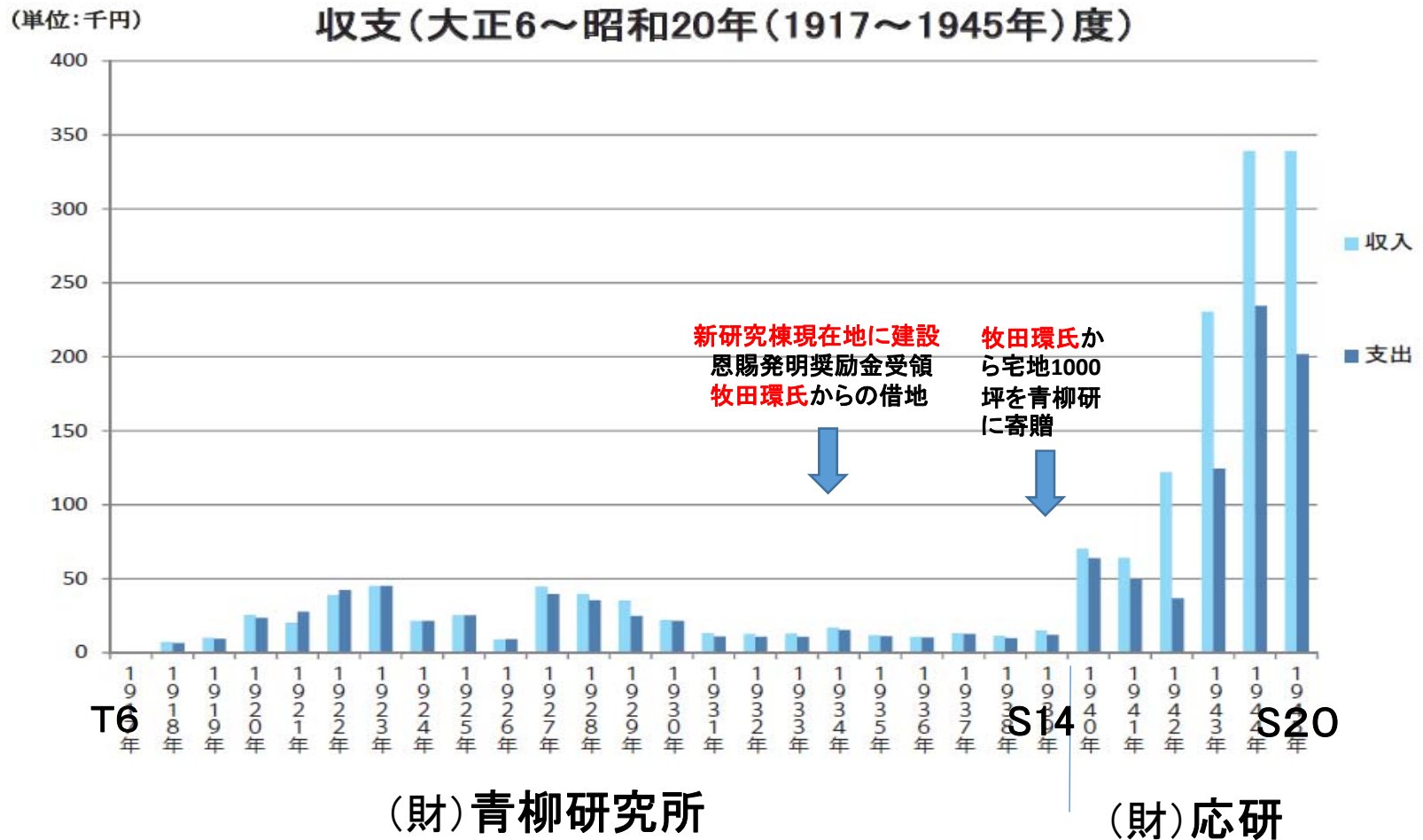
青柳理事長と連名で
大正14年ガス入りタ
ングステン白熱弧光
灯の特許。日・米・英
昭和5年太陽紫外線
程度の波長を放射し
うる弧光灯を発明

→ 昭和7年 青柳理事長と共に
恩賜発明奨励金授与される
(翌年にも商工省より表彰)

昭和8年青柳理事長 電気工
学科教授を退官(満60歳)

→ 昭和9年5月左の奨励金
を基に、現在の応研の
地に100坪余の記念研
究所棟を建設、土地は
評議員牧田環氏から
借用

牧田環氏:青柳理事長の東大時代の親しい先輩で採鉱冶金の御出身。三井の重役、工学博士で、青柳研究所時代の評議員。青柳研から応用科学研に移行する1ヶ月前に土地を寄贈されている。



青柳研究所から応用科学研究所へ

昭和14年青柳理事長の体調不良、後事を鳥養利三郎
京都帝国大学教授に託された。

鳥養利三郎氏：

大正元年 京都帝国大学理工科大学電気工学科卒業

大正12年 京都帝国大学教授

昭和20年 京都帝国大学総長(6年間)

昭和26年 京都大学退官



第2代 鳥養利三郎理事長
昭和14年～昭和42年

意外な経緯：

高周波による鉄の精錬の日本高周波重工業(株)という
会社があり、その経営者の一人であった砂田重政氏(当
時衆議院議員)等が、国策の立場から、この会社が抱えていた技術的問題について高圧
放電の権威であった京大の鳥養教授に指導を仰いでおられた。鳥養教授は昭和14年夏
日本高周波重工業(株)城津工場を見学され、高周波電撃精錬法に関する技術の学術的
検証を依頼された。たまたま青柳理事長から後任を託されていた鳥養教授は、この依頼
の件について報告され、青柳理事長も同意。研究所の改革を全面的に鳥養新理事長に
一任された。この会社の社長の有賀光豊氏は青柳理事長の同郷の学友でもあった。

高周波電撃精錬法:

昭和9年11月、満鉄中央試験場勤務の菊池秀之氏の発明

→酸化物である鉄粉と還元作用を持つ炭素との混合物に数万ボルト、数百kHzの高周波大電流を加えて加熱し、酸化鉄が還元されて鉄が生成されるという原理

熔鉱炉に比べ低温度・短時間で処理ができ、還元剤が少量で良いというメリット

この発明を受け、有賀光豊、砂田重政、高橋省三氏の熱意で日本高周波重工業(株)を昭和11年に設立。しかし菊池氏のアイディアに対しては、学界・業界から批判(効率?)あり、鳥養教授はこの問題は青柳研究所の新しい研究対象となると考えられた。

青柳研究所 → 応用科学研究所への改称

当時の時局は、日中戦争勃発以来、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されていた。第2代鳥養理事長はこの国家的要望に副わんがため、研究事業をまず高周波を使った鉄鋼の精錬法を中心にして、電気、機械、冶金、金属、化学、物理等の広い分野の京都大学の英知を結集され、昭和14年11月16日 応用科学研究所と改称された。

応用科学研究所での高周波精錬の研究

応用科学研究所では高周波電流を直接通電する精錬法について、その処理後の海綿状原鋳について、冶金・金属専門の西村教授らが各種検査を、また同社の富山工場と共同で技術確認の研究を行い、その結果高周波によらず商用周波数でその目的を達成できることが判明。高周波発生装置が不要となり、その活用の研究が当研究所の命題となる。

高周波電撃 → 火花放電式高周波発生装置

鉄鋼部品の高周波焼入事業への展開

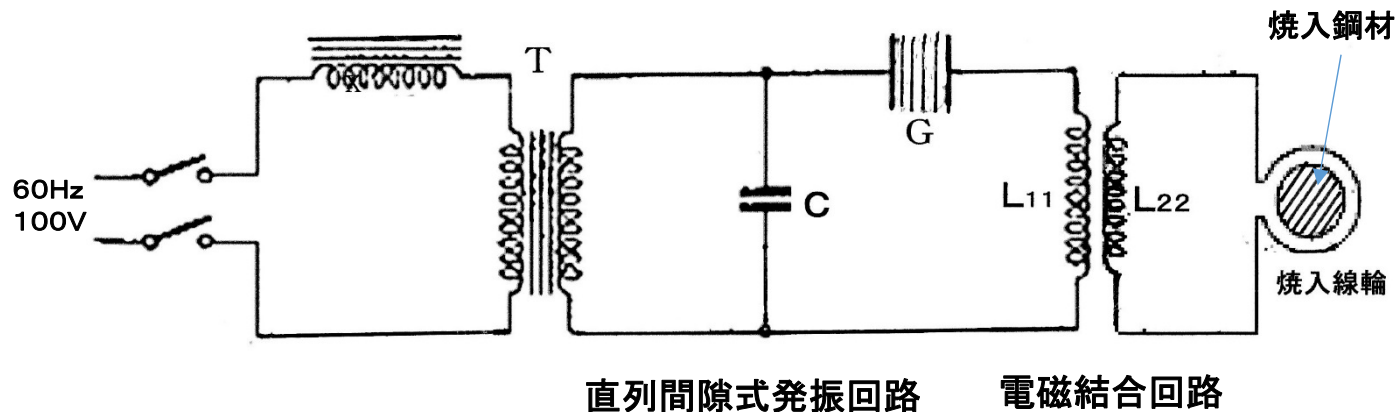
昭和15年J. Appl. Phys. No.12にソ連の研究者G.Babat and M.Losinsky による「高周波誘導加熱による鋼部品の部分焼入れのための渦電流の集中化」に関する論文が公表され、昭和16年2月、この論文が所内の定例会議で報告された。その後昭和17年2月には、高周波焼入れを試み、周波数が高い程金属導体の表面から加熱されるという所謂表皮効果(導体中を高周波電流が流れる場合に周波数が高いほど導体の表皮に集中する)と導体の電気抵抗により表皮から加熱されることを確認。

鳥養理事長は、火花放電式高周波発生装置を鋼部品の焼入に活用を決断される

高周波焼入れ:

炭素を0.2% 以上含む鉄即ちスチールの部材を1回巻きのコイルで高周波の大電流を流すと部材の表面付近だけが900°C程度に加熱され、それを急冷すると、マルテンサイト組織に替わり部材の表面の硬度が格段に上げられるという技術。これまでは、**浸炭焼入れ**という方法で鉄部材に長時間かけて炭素を染み込ませていたが、**高周波焼入れ**では炭素を含む鉄材(スチール)を使うので、**数秒~数十秒で焼入れが実現**できる。
→浸炭焼入れに**比し圧倒的な省エネルギー**となる。

火花放電式高周波発生装置と高周波焼入れ法



(注:火花放電式は 昭和30年度後半からはサイラトン、真空管、サイリスタ、トランジスター等に進化)

戦時中の焼き入れ技術の発展

火花放電式高周波発生装置を鋼の焼き入れに活用するための改良がおこなわれた。スチール部材の組成、形状等によって微妙に焼入れ条件が異なり、実製品の焼入れを事業とするには莫大なノウハウが必要。当研究所ではまずそのための研究が行われた。

- ① 発振周波数を高くする→LC共振回路の改造で60～120kHzの発振器
- ② 放電ギャップを水銀を封入した放電管にする→ギャップ放電時の騒音なくす
- ③ 発振器の電力を増大(昭和18年 20KVA, 19年 300KVAの出力達成)

また下記のデータが豊富に必要

- ④ 焼入れ深度、硬度分布
- ⑤ 航空機部品、各種治具工具類の焼き入れによる耐久性
- ⑥ 複雑な形状の機械部品に対する焼入コイルの形状・配置

昭和18年以降、これらの技術が航空機エンジンや機械部品等、軍事的な目的にも役立つことから、政府から高周波焼入れが戦時研究に指定され、これらの関連メーカーを集めた講習会なども応研で開催された。

戦後復興期:

昭和20年8月終戦。当研究所は昭和21年連合軍に接收されたが、鳥養理事長が京大総長でもあったため、米軍京都司令官の理解がえられ、3ヶ月で接收が解除された。

これを機として当研究所は**焼き入れ技術を民間産業に向け、成果の工業化をはかるべき**と判断された。そこで**有賀光豊社長**も高周波焼き入れ技術を産業界で広く利活用されるよう、**この技術と焼き入れ装置を市場に出すことを決意**。

昭和21年5月に同氏のご子息**有賀隆雄氏**が**高周波熱錬株式会社**を発足。翌年当研究所内に**同社の京都工場**を設置。当研究所と高周波熱錬株式会社は協力して焼き入れ技術を発展させた。

近隣の工場から機械部品の高周波焼き入れを受注し、その収入が当研究所の経営に貢献、昭和23年末に高周波熱錬大阪工場完成後は、京都工場は研究所に移管となる。

一大産学連携の物語

その後は応研独自でもそのノウハウを深め、近隣の機械部品関係の工場からの焼入の受託を受け、その後**現在まで実に70年間研究所の経済的維持基盤**となっている。

以上の様に高周波焼入れ技術を日本で初めて産業界に広められ、かつ当研究所が安定に自立するための事業とされたことは、小規模の研究所ながら大変誇るべきものであり、その当初からリーダーとして指揮指導をされた鳥養理事長のご貢献は偉大である。

昭和29年には鳥養利三郎理事長、阿部清顧問、山崎惣三郎氏に藍綬褒章授与
昭和42年には鳥養利三郎理事長が文化功労者として表彰
その年(研究所設立50周年)に鳥養先生は理事長を退任された。



鳥養利三郎理事長
昭和29年 藍綬褒章
昭和42文化功労者



阿部 清顧問
昭和29年 藍綬褒章



山崎惣三郎氏
昭和29年 藍綬褒章

3代目以降の理事長と研究活動及び事業



第3代 林 重憲理事長
(昭和42年～46年)
4年間



第4代 吉田 洪二理事長
(昭和46年～58年)
12年間



第5代 近藤 文治理事長
(昭和58年～平成18年)
23年間



第6代 西川 禎一理事長
(平成18年～)
新法人へ継続(～29年)

高周波焼入れ以外の研究活動

昭和20年代から世界の大きな産業分野として所謂エレクトロニクス分野が急成長したが、**当応用科学研究所でも**、鳥養理事長は当初からセレン整流器(冊子参照)に力を入れられ、**それから発展して**シリコン半導体・整流器、大容量のコンデンサー、トランジスターの研究なども行われた。しかしこれらの分野は大企業が重点的に行っており、当研究所では研究者数も少なかったため大きな成果には至っていない。



渡辺信淳理事
昭和61年紫綬褒章

渡辺信淳理事(京大教授・電気化学)(後に研究所長)
(昭和60年～平成18年)

フッ素化学分野の研究

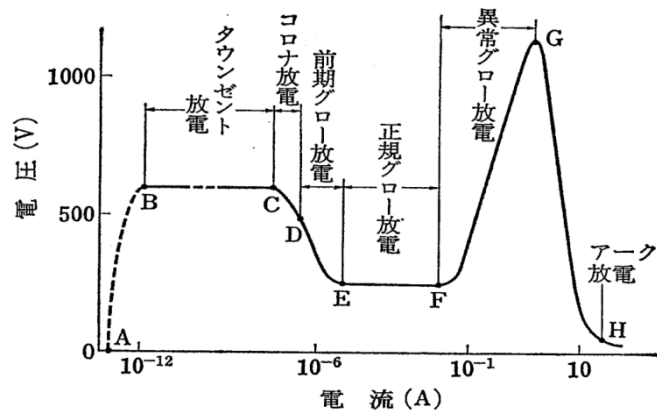
弗化グラファイトの発明、およびリチウム電池の成功へと結びつき、**昭61年紫綬褒章を受章されている。**
その他撥水塗料の研究なども行われた。

プラズマ窒化プロジェクト

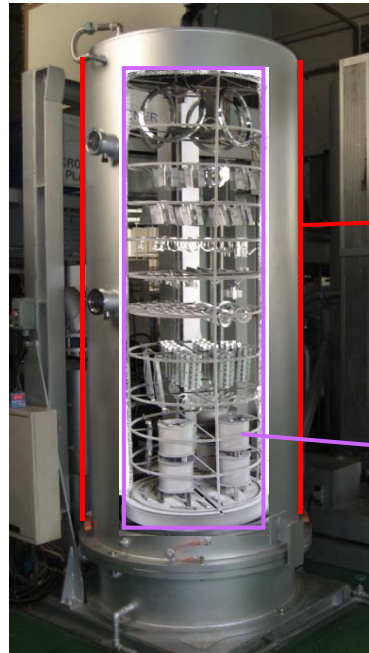
吉田洪二理事長はこれまでの研究所の収益事業が高周波焼入れだけであったことから、将来のことを考えこれまでの高周波焼入れ処理を補完する鉄鋼材料の表面熱処理法としてプラズマ窒化の研究を開始された。これは端的には真空チェンバーの中で鉄鋼材料の表面から窒素を侵入させて部材を強化する処理法で当研究所独自の処理技術を使っております。

真空チェンバーの中央部に処理品を入れ、真空に引いて窒素ガスと水素ガスを注入し、チェンバー外壁を陽極、処理物体を陰極として500ボルト程度の直流を印加すると、陰極の処理物体の近傍にグロー放電ができる。窒素や水素が陽イオンとなって処理物体に衝突し、部材表面から鉄イオンが叩き出され、その後窒素は表面に非常に硬いFe₄N化合物を作り、さらに窒素が内部に拡散され部材内部を硬化させるという技術。

プラズマ窒化の概略図

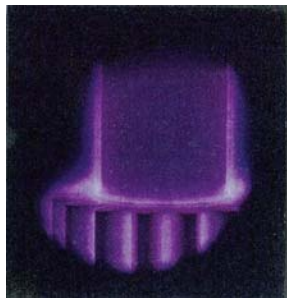
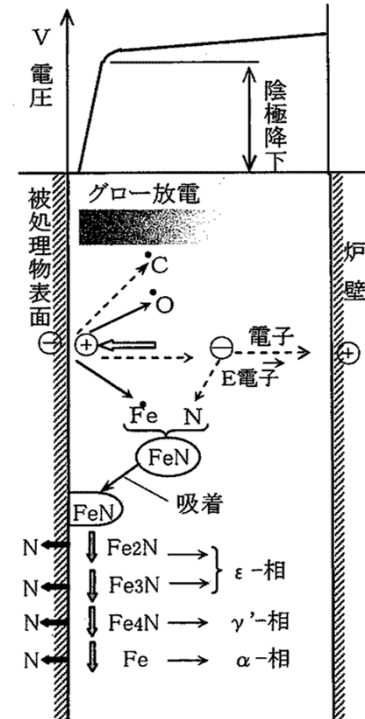


グロー放電の電圧-電流特性の一例



炉壁
陽極 +

被処理物
陰極 -



グローシームに覆われた被処理物

- 雰囲気制御
- グロー放電
- 陰極へ
- スパッタリング
- 窒化

窒素の正イオン
↓
陰極へ

Fe原子が
叩き出される

FeNを形成
Nが内部へ
拡散窒化される

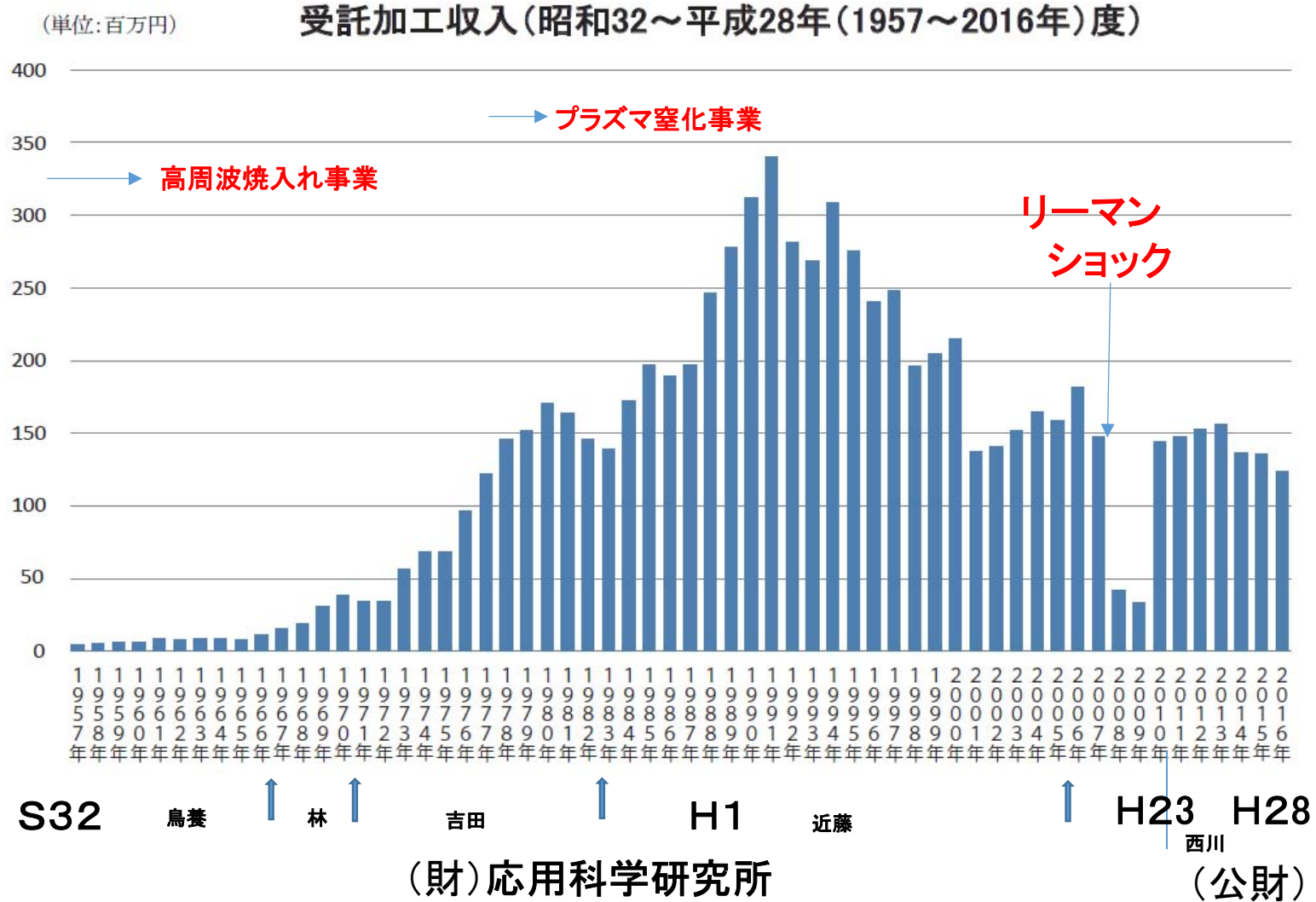
直径20cm、長さ2m程度のギア6本程度は一度に処理可能

窒化の種類

項目	ガス窒化	塩浴軟窒化	ガス軟窒化	プラズマ窒化
処理温度	520～580℃	570～580℃	570～580℃	350～550℃
処理時間	数10～ 100時間位	1～4時間	1～4時間	数10分～ 数10時間
硬化層深さ	0.1～0.8mm程度	0.1mm以下 (拡散層の硬さが低い)		0.1～0.8mm程度 処理時間で変化
化合物層	ε 層 Fe ₂₋₃ N 脆く、多孔質	ε 層 Fe ₂₋₃ (C,N) 脆い化合物		γ' 層 Fe ₄ N
表面粗さ	プラズマ窒化に比べ粗い 長時間の処理後は表面の研磨が必要			処理後熱歪少、 研磨が不要

処理時間が高周波焼入れに比べ格段に長いですが、処理部材が同時に多数処理でき、流れる電流がわずかすむため、省エネルギーの処理法である。当研究所のプラズマ窒化は現在も研究的要素の高い事業となっている。

高周波焼入(IH) + プラズマ窒化(PN)が年収の約80%
IH:PN~3:2 程度で推移



当研究所の公益事業:

1. 研究事業

当所研究員、役員、特別研究員(後述)による研究事業
共同研究員による研究事業(研究事業報告書の記載)

2. 人材養成事業(社会人教育)(企画:久保常務理事、長江研究員)

鉄鋼に関する技術教育: 基礎・実用・実技実習の3コース、各1ヶ月、月4回開講
講師;久保常務理事、松岡理事、他所外の専門技術者
平成20年以降毎年開講: 鉄鋼産業関係会社の社員を対象、各コース30名程度

3. 調査実用化と普及事業(主担当松岡理事)

- ・新しい表面熱処理事業の指導
- ・部材の確性試験
- ・事故品の原因調査並びに対策・改善の指導等
- ・プラズマ窒化事業

4. 国際会議

所員の主催、及び所外の主催の国際会議の後援

当研究所の職員数：

昭和47年に作成されたこの研究所の50年史には「終戦前には90に達した従業員も大半が辞めて、残るもの僅かに10数名となった」という記述がある。その後の毎年の事業報告を見ても職員数の継続的な記述はなく、昭和48年(1973年)には30名の記載があり、平成12年(2000年)には27名、13年(2001年)21名、14年(2002年)20名と漸減し、以降現在まで20名となっている。これは研究員、事務職員、加工研究部の技術職員を含む給料をお支払いしている職員数であり、大変小さな規模の組織である。

現在の研究活動は後で述べる所内の数少ない研究者のほかは、**研究所の役員と特別研究員：**大学や企業を退職後も自力で研究費を取得される方に、**研究スペースを提供し、学振の科研費や受託研究費を受けることが可能となる方々**
共同研究員：他大学の研究者に、企業からの受託研究費取得を援助し、当研究所からの委託により共同研究員となって頂いている方々
によって支えられている。

所内研究者(特別研究員を含む)による最近の研究活動

久保愛三常務理事(平成19年～現在) (京大工名誉教授) (歯車・鉄鋼材料)

- 歯車を利用する機械装置や設備のトラブルシューティング、歯車装置ならびに歯車の設計、
 - 機械部品の幾何形状精度の精密測定、
 - 鉄鋼材の品質評価、機械部品作動面の表面性状の解析、
 - 5軸マシニングセンターによる大形歯車の製作、
- 受賞: Darle W. Dudley Award (米国機械学会)(平成23年)

長江正寛研究員(平成19年～現在) (岡山大博士課程出身) (高融点金属)

- 小型部品に適用可能な超高速浸炭焼入れ技術の開発
- 粒子分散熱処理による高強度・高耐熱性高融点金属材料の開発
- ジルコニア添加による高靱性モリブデン焼結材料の開発
- 高耐食・高耐酸化性モリブデン系窒化物焼結体の作製

長村光造理事・特別研究員(平成18年～現在) (京大工名誉教授) (超電導線材)

- 実用超電導線材の機械—超電導特性の高性能化に関する研究
- 超電導技術の国際標準化のためのIEC技術委員会活動
- 超電導インバータの実用化実証研究

受賞: Lifetime Achievement Award (国際低温材料学会)(平成29年)

松浦 裕特別研究員(平成28年度～現在) (日立特殊金属磁性材料研所長退職)

- Nd-Fe-B焼結磁石の保磁力メカニズム解明による高保磁力化技術探索 (超強力磁石)

公益財団法人 応用科学研究所への移行

平成23年4月からこれまでの文部科学省の管轄から、内閣府の管轄の公益財団法人に移行いたしまして6年半がたちました。評議員数などを大幅に削減したこと、また理事長、副理事長を共に代表理事としたことのほか、研究所の中身は特に変わっておりません。現在の**研究所の役員**、および**所内の組織等**については別にお配りしております**研究所の要覧**をご参照下さい。新規の公益財団法人は公益事業支出が、収益事業を含む全支出の50%以上でなければならないという条件と、遊休財産額が公益事業支出を超えない事等の縛りがあること以外は大きな違いはありません。

この研究所の100年以降をにらみ、研究所の事業については新しい方向への発展を模索してきたが、**機械工学の歯車等の分野で国際的にも活躍**しておられる当研究所の**久保常務理事**が、新しい方向を提案され、**DMG森精機株式会社の森社長様のご理解とご支援**で、平成25年には**機械基盤研究棟が新築**され、**機械基盤研究プロジェクト**が開始されております。

この事業の詳細は本日の3番目の講演で久保常務理事がご紹介致しますので、100年史の私のご説明はこの辺までとさせていただきます。

おわりに

過去百年をまとめるに当たり、当研究所では現在京大電気の出身者は最長老の西川理事長と副理事長の私だけとなっております。歴史上は私たち二人が京都大学に入学しました昭和26年4月の入学式では、鳥養理事長から総長としての祝辞・訓示を頂きました。本日写真でもお示しをしました松田、阿部、林、近藤の電気工学科の各教授の先生方からは講義や、ご指導を受けました。これらの方々のご活躍と礎のもとにこの研究所が本日100周年を迎えることができたことをあらためて感慨深く、厚く感謝しております。またこの歴史を紹介する冊子を執筆するにあたり、僭越ながらその仕事を私がお引き受けしましたのも上述のような理由からであります。

またこれまでの長い歴史を通して当研究所は随分多くの企業様からご協力や、受託加工のご注文を頂き、長い間研究事業が支えられて参りました。最近では機械基盤研究プロジェクトに対してDMG森精機株式会社の森社長様始め多数の企業様から暖かいご支援を賜り、併せて厚く御礼申し上げます。また大学や企業を退職された方々で当研究所で研究を継続したい方などは特別研究員の制度も設けておりますのでご利用頂けますと幸いです。

なお本日ご紹介致しました100周年史の冊子の最後に私の思いをこめたあとがきをつけております。お時間が許せば先ずはそこからお読み頂けましたら幸いです。

年をとり、お聞き苦しいお話で恐縮でしたが、御清聴有難うございました。