



久保 愛三  
理事長  
(代表理事)



北野 正雄  
副理事長  
(代表理事)



応用科学研究所森記念研究棟(左)と本館(右)

公益財団法人 応用科学研究所

# Research Institute for Applied Sciences

(<https://rias.or.jp>)

1. 所在地 〒606-8202 京都市左京区田中大堰町 49 番地

2. 代表者氏名 理事長（代表理事） 久保 愛三

3. 沿革 大正 6（1917）年に、京都帝国大学工学部電気工学科の青柳栄司教授を主宰者として創設された財団法人青柳研究所が前身である。青柳研究所は、漸く勃興期にあった我が国独自の科学技術の研究開発と産業応用の活性化に資するために、京都大学と京都を中心とする各種近代産業を結ぶ産学連携の拠点を構築すべく設立されたものである。設立以来意欲的な活動を続け、特に真空工学とその応用としてのガス入り白熱球の製造技術等について、時代に先駆けた業績を挙げた。

その後、昭和 14（1939）年に財団法人応用科学研究所として改組・改称され、京都帝国大学電気工学科の鳥養利三郎教授（後に第 13 代京都大学総長）が理事長に就任した。鳥養理事長は応用物理学、応用化学、また電気工学・機械工学・金属工学等に関する総合研究と調査に成果を挙げるべく、京都帝国大学の関係分野の専門家に研究を委嘱する体制を構築した。同研究所は応用科学並びに工学技術の広い分野で多くの成果を挙げたが、第 2 次世界大戦後、特に大きな基礎的研究成果を挙げ、またそれを産業技術として成熟させたのが、鉄鋼の誘導加熱方式による材料表面の強化技術、いわゆる高周波焼入れに関する技術である。

その他、後年開発されたプラズマ窒化技術等も含めて、鉄鋼をはじめ各種金属機械部品の表面改質処理技術を開発し、それに基づいて所内に研究加工のための工場を立ち上げた。同工場では広く産業界からの委託加工や技術相談に応じることが出来る。それらの事業は、研究成果の社会還元を資するとともに、研究所の財政基盤を支える柱ともなっている。

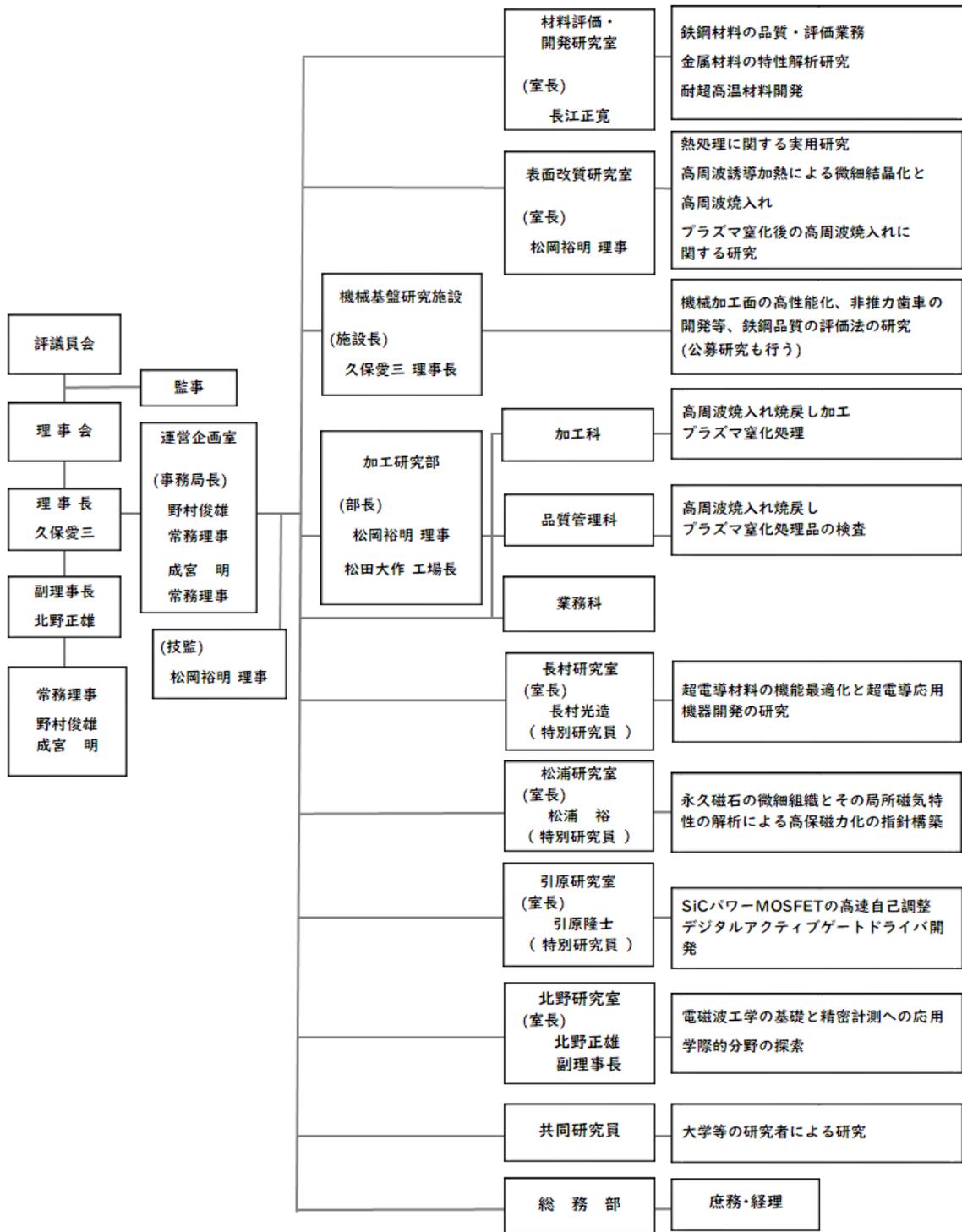
平成 23 年 4 月より新制度の公益法人に移行した。近年は時代の要請に応じて、機械基盤研究事業を開始し、また京都大学はじめ各地の大学や研究機関、各種企業とも提携して、材料の新評価法の開発のほか、超電導材料とその応用、高性能磁石の開発、省資源、省エネルギー等に貢献する研究開発にも意欲的に取り組んでおり、産業界からの多くの支援も受け、各種公的工業会・研究機関や産業界などとも連携・協働しながら、活動している。また、研修生制度や技術指導講座の開設等を通じて、人材育成事業も積極的に展開している。

## 4. 役員等と組織・体制

(1) 評議員・理事・監事

評議員	上田 圭志	株式会社アテス執行役員	
	鴻野 雄一郎	元株式会社アライドマテリアル会長 NPO 法人京都イノベーション・リソース理事長	
	仁田 且三	東京大学名誉教授	
	浜田 誠一郎	関西電力株式会社データセンター事業推進室長 イノベーション推進本部 副本部長	
	平尾 一之	京都大学名誉教授 (公財)京都市成長産業創造センター長 京都市桂イノベーションセンター長	
	松原 厚	京都大学大学院工学研究科教授	
	三阪 佳孝	高周波熱錬株式会社顧問	
	森 雅彦	DMG 森精機株式会社代表取締役社長	
	吉田 英生	京都大学名誉教授	
	仲田 摩智	産業技術短期大学学長	
	理事長 (代表理事)	久保 愛三	京都大学名誉教授 KBGT クボギヤテクノロジーズ代表
	副理事長 (代表理事)	北野 正雄	京都大学名誉教授 元京都大学理事・副学長
常務理事 (業務執行理事)	野村 俊雄	元住友電気工業株式会社取締役 元 日新電機株式会社常任理事・支配人	
常務理事 (業務執行理事)	成宮 明	元 大阪ガス株式会社 取締役 元 株式会社 KRI 代表取締役社長	
理事	松岡 裕明	(公財) 応用科学研究所常勤理事・技監	
	川寄 一博	(一社) 日本熱処理技術協会顧問 元副会長・専務理事 元 高周波熱錬株式会社 専務取締役	
	山路 伊和夫	京都大学大学院工学研究科 技術室長	
	大原 久典	日本アイ・ティイー・エフ株式会社 非常勤顧問	
	中務 陽介	DMG MORI Europe Holding GmbH, COO	
	大野 正夫	株式会社小松製作所 大阪工場 アドバイザ	
監事	村上 博保	公認会計士 村上博保事務所 所長	
	西 亨	株式会社阪南コーポレーション 顧問	

(2) 組織・体制



2024/4/1 付

5. 土地並びに建物床面積

土地	3 2 9 3 . 6 1 (m <sup>2</sup> )
床面積	1 6 4 8 . 6 3 (m <sup>2</sup> )

## 6. 過去の研究実績

過去の研究業績として、主な研究を次に挙げる。

### 高周波発生装置に関する研究

本研究所は、昭和 16 年より高周波発生装置並びに高周波焼入れに関する研究に着手し、大出力の工業用高周波発生装置を試作完成するとともに、終戦後のわが国工業界において、高周波焼入れ技術を初めて確立し、その普及に指導的役割を果たした。高周波熱錬(株)は、これらの装置及び加工技術を企業化した。これらの功績に対して、昭和 29 年には鳥養利三郎、阿部清両博士及び研究員山崎惣三郎に藍綬褒章が授与され、さらに昭和 42 年鳥養利三郎博士が文化功労者の栄誉を受けられた一つの要因ともなった。

当研究所で開発された工業用高周波に対する規制が厳しくなるにつれ、主として真空管発振器と高周波電動発電機が用いられるようになり、研究は焼入れ装置の制御及び自動化に向けられた。さらに、早くから SCR を用いた高周波インバータ回路が研究され、高価な高周波発電機に代わってその実用に供されるようになった。

### 炭素鋼の熱処理に関する研究

炭素鋼製造の研究と平行して、高周波熱処理方法に関する冶金学的研究が、西村秀雄博士の指導の下に続けられ、加熱冷却条件と顕微鏡組織、硬さ、残留応力の分布との関係の基礎研究が行われた。

この結果、高周波焼入れを施した鋼材の摩耗、抗張力、疲労強度の優秀性が実証された。これらの基礎的研究を基にして、高周波熱錬(株)では新製品としてプレストレスコンクリート(PC) 構造物強化用の高周波焼入れ焼戻し PC 鋼棒を開発した。PC 鋼棒は、高価な特殊鋼を使用することなく、炭素鋼の連続線材(丸棒)を誘導加熱・冷却する全体均一焼入れ焼戻しにより製造される。これは世界にも類を見ない熱処理高強度鋼棒で、高強度高延性、優れた耐リラクセーション性・耐遅れ破壊性が得られ、コンクリート電柱(ポール)や、ビルなどの大型建築物の基礎杭(パイル)、鉄道まくら木用等に使用され、東海道新幹線建設時にも大量に使用された。このため、昭和 38 年には科学技術長官賞、昭和 44 年には大河内記念生産賞が授与された。

### フェライトコアの応用に関する研究

高周波焼入れ用のために特殊なフェライトコアを開発した。小口径孔の内面、または、大型歯車の歯底及び平面などの表面焼入れは難度の高いものである。このような場合に用いる耐熱性に優れ、かつ高透磁率をもつフェライトコアを完成した。これは「オーケンコア」と

呼ばれている。この材料は、高周波焼入れの能率向上と均一加熱には有効なものである。平成 23 年からは高周波熱錬（株）に製造・販売を移管した。

### セレン整流体の研究

昭和 15 年セレン整流体の研究に着手した。当時は製法も確立されておらず、耐圧も極めて低いものであった。電気工業株式会社（新電元工業株式会社の前身）の設立と共にこれに協力し、特性の向上、特に高耐圧の達成に力を注ぎ、アルカリ土金属の薄層を以て人工堰層整流体を創案した。（特許 16963 号）

### 可変速度交流電動機に関する研究

電源周波数を以て交番しながら回転する磁場（これを交流回転磁場と命名したが、それに対して普通の回転磁場は直流回転磁場と言えよう）による交流電動機を創案した。（特許 10583 号）この交流電動機の回転数は、電源出力を変調する周波数で決定される。この方法によれば、極めて低い回転数（毎秒 1 回程）まで可能な交流電動機が得られるようになった。

### フッ素黒鉛に関する研究

炭素電極反応を詳細に解析し、新工業材料として新しい炭素-フッ素化合物であるフッ化グラファイトを発見。さらに、この興味ある特性に注目し、新しいリチウム電池の成功へと導いた。この功績に対して、渡邊信淳博士に昭和 61 年 11 月紫綬褒章が授与された。

### フッ化物を用いる表面改質と超撥水金属複合体の開発に関する研究

フッ素電解用炭素電極の研究から、フッ素又はフッ化物を用いる表面改質に精力的に取り組んできた。その結果、高電流密度で安定的にフッ素電解を行うことのできる新炭素電極を開発した。本研究の成果に対して、鄭容宝博士に近畿化学協会化学技術賞が授与された。さらに、分散メッキという独創的な手法を用いて水に完全に濡れない超撥水金属複合体の開発に成功した。

### プラズマ窒化に関する研究

鉄鋼材料の表面改質技術の一つとして窒化がある。従来の鉄鋼材料の窒化は、アンモニアガスと炭化水素ガスによる軟窒化であった。これに対して当研究所では高周波グロー放電を用いた窒化法の提案があったが、1970 年代に直流グロー放電プラズマを用いた新しい窒化法が注目を集めた。そこで、当研究所ではこのグロー放電によるプラズマ窒化装置の開発を

吉田洪二博士の指導の下に（株）島津製作所と共同で進め、制御機器メーカー、熱処理メーカーや地方自治体の研究所に納入した。

一方、当研究所では鉄鋼材料の窒化に関する研究を進めるとともに、工業的実用化の開発も進めて昭和 50 年から受託加工を開始し、現在も継続中である。

なお、プラズマ窒化の速度論や窒化による材料強化機構を解明するために行った「鉄合金のプラズマ窒化」の研究について（社）粉体粉末冶金協会から研究進歩賞が、また「チタンの窒化」の研究に対して（社）日本セラミクス協会からセラモグラフィックス賞学術部門銀賞が桑原元研究員らに授与された。

## 7. 現在の研究開発事業（公益事業 1）

### [I] 材料評価・開発研究室（長江室長）

鉄鋼材料の品質・評価業務、金属材料の特性解析研究、耐超高温材料開発、超高速浸炭技術開発の研究

### [II] 表面改質研究室（松岡理事・技監）

熱処理に関する実用研究、高周波誘導加熱による微細結晶化と高周波焼入れ、プラズマ窒化後の高周波焼入れに関する研究

### [III] 機械基盤研究施設（久保理事長、長江室長）

機械加工面の高性能化、新高性能歯車の開発等、鉄鋼品質の評価法の研究（公募研究も行う）

- (1) 鋼製機械部品浸炭焼入れ作動面の耐久力保持加工法の研究
- (2) 歯車の歯のエッジ処理技術の開発
- (3) 超多点自動マイクロビッカース硬さ測定装置の開発と機械部品用鋼品質の評価
- (4) X線回折デバイリング形状の不整から鋼材品質評価をする技術の開発
- (5) 5軸制御マシニングセンターによる高性能歯車の高能率加工技術の開発

### [IV] 加工研究部（松岡理事・技監）

- (1) 加工科 高周波焼入れ焼戻し加工、プラズマ窒化处理
- (2) 品質管理科 高周波焼入れ焼戻し、プラズマ窒化处理品の検査

### [V] 特別研究員

- |                |   |
|----------------|---|
| 【長村研究室（長村 光造）】 | 超電導材料の機能最適化と超電導応用機器開発の研究                |
| 【松浦研究室（松浦 裕）】  | 永久磁石の微細組織とその局所磁気特性の解析による高保磁力化の指針構築      |
| 【引原研究室（引原 隆士）】 | SiC パワーMOSFET の高速自己調整デジタルアクティブゲートドライバ開発 |

### [VI] 招聘研究員

- |         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| 【中村 武恒】 | 超電導材料・永久磁石材料の先端電気機器への応用に関する調査研究 |
|---------|---------------------------------|

- 【原 正丈】 機械基盤研究施設関連測定装置に関する社会ニーズの調査研究並びに測定技術の高度化
- 【金清 裕和】 希土類永久磁石の高性能化

**[VII] 共同研究員（大学等の研究者による研究）**

- 【舟木 剛（大阪大学大学院工学研究科教授）】  
マイクログリッドにおける電力安定性解析と安定性向上に資する分散電源システムの制御系設計
- 【平田 研二（富山大学工学部教授）／太田 快人（京都大学名誉教授）】  
自律分散協調エネルギーマネジメントの開発
- 【阿部 竜（京都大学大学院工学研究科教授）】  
水中の有害有機物を高効率に分解可能な光触媒構造体の開発
- 【阿久津 慧（富山県立大学助教）】  
分散エネルギー取引市場の仕組み作りに関する研究

なお、特別研究員を含む所内の研究員については、研究資金の観点からは下記の基盤研究、第 1 種研究、第 3 種研究からなっている。また共同研究員が行う研究に関しては下記の第 2 種研究が該当する。

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| (1) 基盤研究    | 研究所専任の研究者が独自に行う研究         |
| (2) 第 1 種研究 | 研究所専任の研究者が委託研究契約に基づいて行う研究 |
| (3) 第 2 種研究 | 共同研究員として委嘱した研究員が行う研究      |
| (4) 第 3 種研究 | 専任の研究員が公的機関からの資金によって行う研究  |

これらの研究成果は、委託を受けた研究であっても、原則として学術誌に論文として発表され、また専門分野の学会で口頭発表されている。課題によっては成果の発表までには複数年かかる研究もあり、また特許取得等の目的で、発表が複数年遅らされる場合もある。

なお近年のグローバル化で生産拠点が国外に流出し、日本の技術の空洞化が深刻な問題となっているという意識がある。この現状を鑑み、当研究所では鉄に関わる機械産業が日々抱えている問題を解決し、基盤機械技術の維持向上にかかわり、基盤技術と先端技術のバランスとして初めて存在しうる日本の産業技術を発展させる手助けとなる研究に注力している。平成 26 年度には、この方向の事業を更にダイナミックに進めるべく機械基盤研究施設を設置し、平成 27 年度 9 月から実施している。

**8. 調査・実用化と普及事業（公益事業 2）**

当研究所は、広く学術・文化の発展に寄与する目的をもって、いわゆる産学共同研究の実を挙げることを目的としている。対象に応じ、それぞれ専門の権威者を選定して、研究の指導を委託し、産学共同の研究体制を確立できるような組織となっている。この目的のために、学際領域に属する研究課題や現実上の諸問題の解決に微力を尽くしたいと考え、全体としての工業化研究を完成するような体制を採っている。すなわち機械部品等の高周波焼入れ、プラズマ窒化処理など材料プロセスに係る調査研究を加工研究部と材料評価・開発研究室及び表面改質研究室が連携して実施し、多くの企業より材料調査、確性試験の依頼を受けている。また、企業への技術指導、製品の改善、新製品の開拓については、その部門の専門家

により検討して、依頼者と共同研究の方針を決定する。

## 9. その他の公益活動（公益事業2）

- (1) 人材養成： 研修生の受け入れ等を行う。
- (2) 国際会議の主催、共催
- (3) 歯車損傷大全の出版

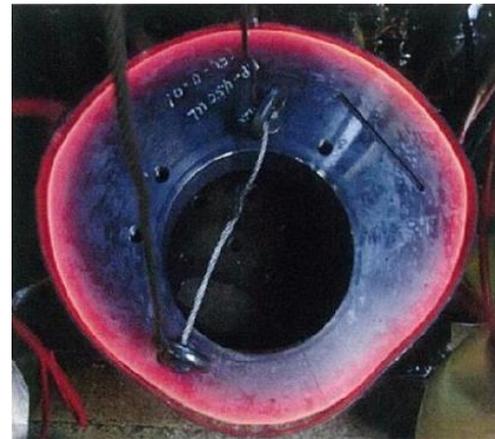
## 10. 高周波焼入れ、プラズマ窒化処理などの受託熱処理加工（収益事業）

当研究所は、我が国で初めて高周波焼入れ法を研究・開発、その技術を一般に公開し、高周波熱錬㈱がこれを工業化したことは既に述べたが、当研究所自体でも高周波焼入れ処理加工を行っている。またプラズマ窒化処理、浸炭、真空熱処理等についても受託処理加工を行っている。具体的な受託処理の内容と、処理の対象を以下に述べる。

### (1) 高周波焼入れ

鉄鋼材料の任意の表面又は部分を焼入れし、高い表面硬さを得ることにより耐摩耗性、疲労強度の向上の目的で行う、比較的深い硬化層の必要な部品の表面処理加工に適する。

**処理対象** 各種機械部品—自動車、工作機械、プラント用機械、自動搬送機械、自動組立機械、製本機械、医療機器、プレス機械、掘削機、搬送機械、繊維機械、航空機器、車両用ドア部品等の部分強化に対応する。



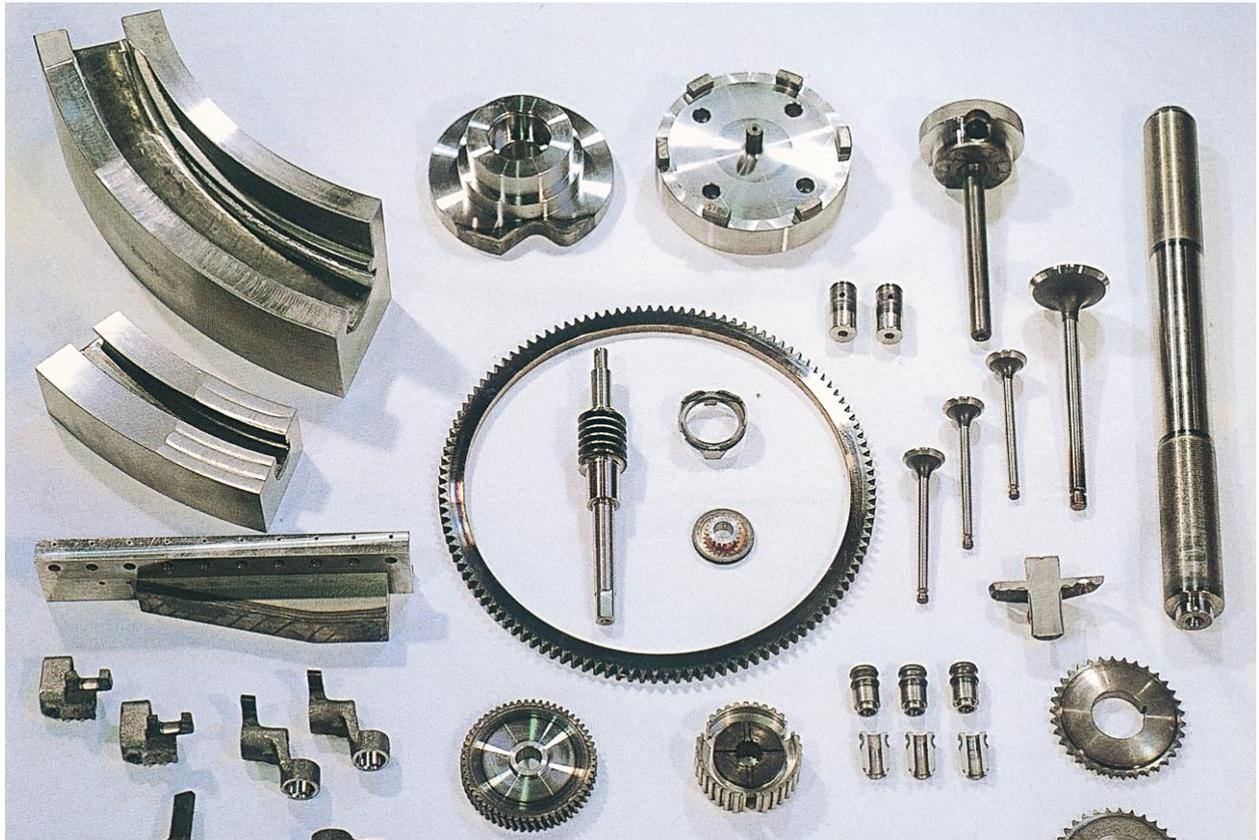
大型カムの高周波焼入れ  
(外周面均一加熱中)



専用焼入れ機による高周波移動焼入れ  
(FC300 プレーットの面焼入れ)



エンジンバルブ冠状焼入れ断面



高周波焼入れ品の一例

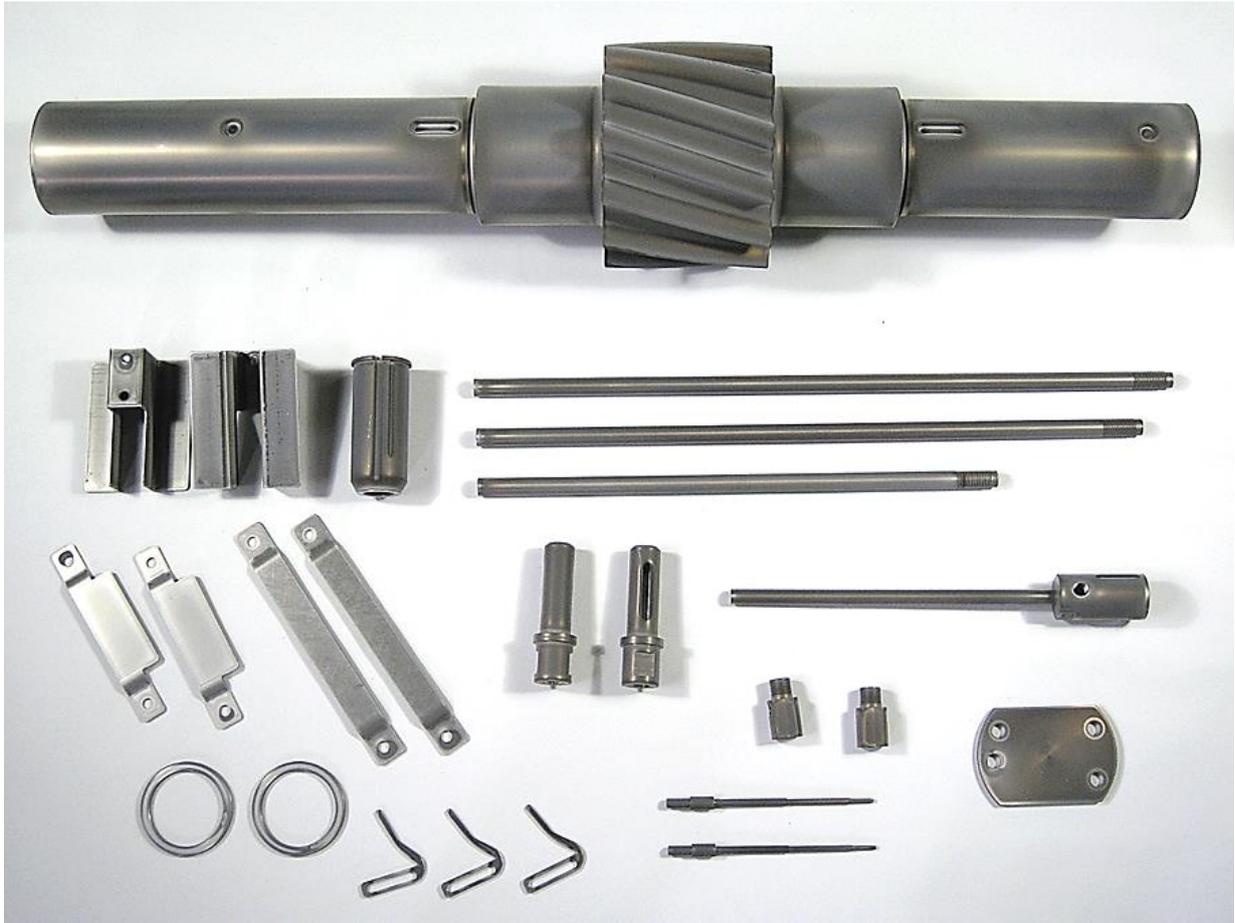
## (2) プラズマ窒化処理

被処理物に減圧下で直流電圧を印加し、プラズマ状態で窒素を鉄鋼材料、チタン合金材料に浸入させ、耐摩耗性・疲労強度向上の目的で処理を行う。処理後の歪が少なく、構造用鋼では耐蝕性向上・抗焼戻し性により、高温域での使用が可能、オーステナイト系ステンレス鋼の表面強化が簡単にできる等の特徴を生かした表面改質に適する。

**処理対象** プラント用機械、自動搬送組立機械、製本機械、医療機器、繊維機械、自動ドア部品等深い硬化層を要求しない機械部品の強化に対応できる。また深い硬化層は時間制御で可能であり、近年長時間処理による需要もプラント用機器、船舶部品で増えている。



グローシームに覆われた処理品  
(歯車と測温用ダミー)



プラズマ室化品の一例

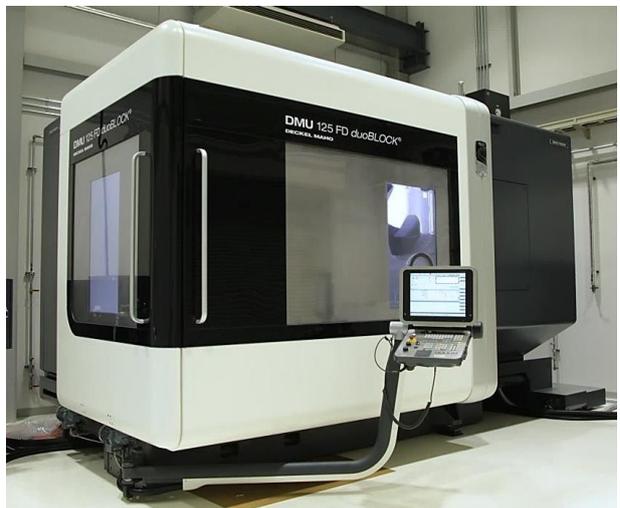
## 1 1. 公益財団法人 応用科学研究所 設備一覧

機械基盤研究施設では、以下の設備機器を用い、公募研究、共同研究、受託研究などを行うほか、試作受注、依頼計測、トラブル診断と対策の提言など、各種業務を行う。作業工程に即して設備を紹介すると以下の通りである。

### I 加工機

#### DMG MORI 製 DMC125FD duoBLOCK (特別高精度仕様)

最先端の5軸制御のミリング・グラインディングステーションで、 $q$ 軸の回転誤差は1秒以下、直径1250mmのテーブルの上下変動は2mm以下に調整されている。研削加工が適正に行えるよう、主軸の最大回転速度は18,000rpmで、温度補償のための大きい潤滑設備を備えている。そのおかげで例えば特殊な緒元を持つ歯車を発明・設計した場合



も、CAD データを作成すれば、高精度に望みのものを製作できる。

## II 幾何形状検査装置

### 1. Carl Zeiss 製 Prismo navigator 9/12/7 SACC VAST 3次元形状測定機

精密測定での世界のスタンダード的測定機で、かなり大型の機械部品まで、その形状精度をサブミクロン精度でチェックできる。上記加工機と連携し、加工されたワークの形状偏差の評価を通常、CAD データを基準として行う。

### 2. NIKON 製 高精度非接触センサー 3D計測システム HN-C3030P

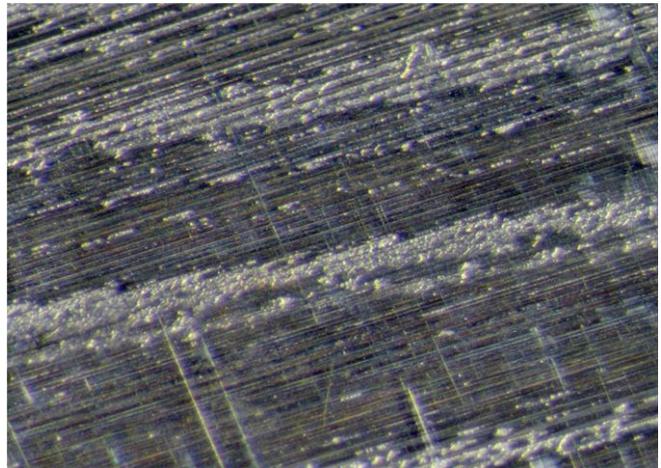
300×300×300空間内の機械部品表面の3次元座標値をミクロンオーダーで取り込み、形状を表示する。測定の基準面の無い対象物でも測定可能である。鍛造品や各種処理前後の形状変化などを見ることができ、エッジの形状まで正確に評価できる。

## III 表面観察装置

### 1. NIKON 製 実体顕微鏡

#### SMZ800N +Ds-Ri2

長いスウィングアームに取り付けられた高精度実体顕微鏡で、大形の機械部品に至るまで観察でき、その表面の拡大写真を美しく撮影することができる。観察ならびに撮影の基本はいかに被検面を正しく照明できるかで、光の硬さと方向等をいかにうまく調整するかが重要である。それには写真家の知見と経験が必要である。例えばチップの微細配線の拡大像を見る場合と機械接触表面の状況を正しく見る場合とでは、照明技術が根本的に違うことを理解している必要がある。美しく撮影された画像は対象面の状況を正しく伝える能力があり、例えば、歯車の事故原因の究明などに大きな力を発揮している。



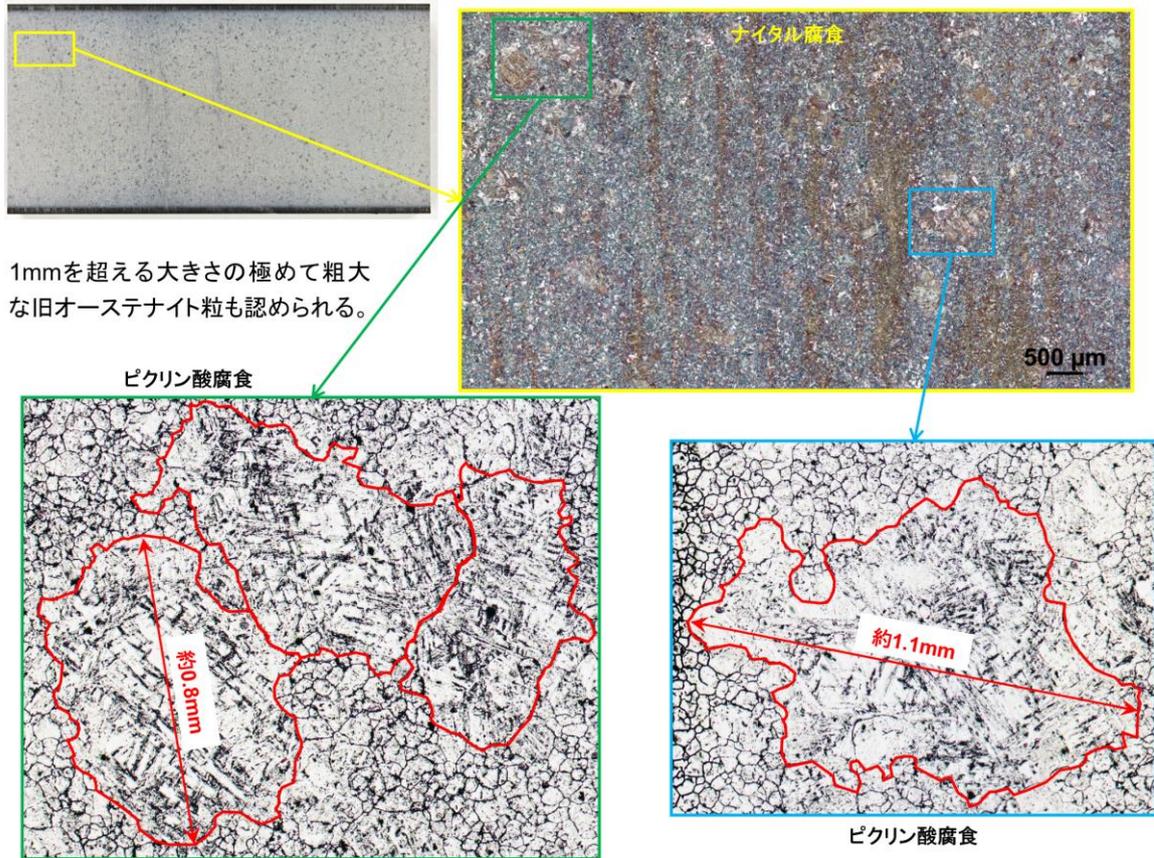
マイクロピッチングと言われている浸炭焼入研削歯車の歯面損傷（拡大詳細画像）

場合と機械接触表面の状況を正しく見る場合とでは、照明技術が根本的に違うことを理解している必要がある。美しく撮影された画像は対象面の状況を正しく伝える能力があり、例えば、歯車の事故原因の究明などに大きな力を発揮している。

### 2. NIKON 製 倒立型金属顕微鏡 MA200 + 顕微鏡デジタルカメラ Ds-Ri2

金属組織を観察する最も基本的な装置で、結晶粒の状態など、精度の高い観察ができ、その観察写真を正しく、美しく撮影することができる。また詳細撮影画像を繋ぎあわせて、大面積表面の画像を作成したり、3次元的に広い範囲の全てにピントを合わせた画像を作成することも可能である。

金属組織の美しい画像を得るには、鋼材の腐食観察技術との連携が不可欠である。被検面を平坦な鏡面に、かつ表面材質に外乱要因、すなわち磨き作業中の温度変化や加工のためのせん断応力の影響が入らないように磨く技術が必要である。一般的にはナイタルエッチングをすることが多いが、観察目的と被検面材質により腐食液は最適なものを選ばねばならない。職人的専門芸がなければ良い計測装置も良い測定結果が出せない現実がある。応用科学研究所ではまだそのような人材を保有し続けられている。



1mmを超える大きさの極めて粗大な旧オーステナイト粒も認められる。

ピクリン酸腐食

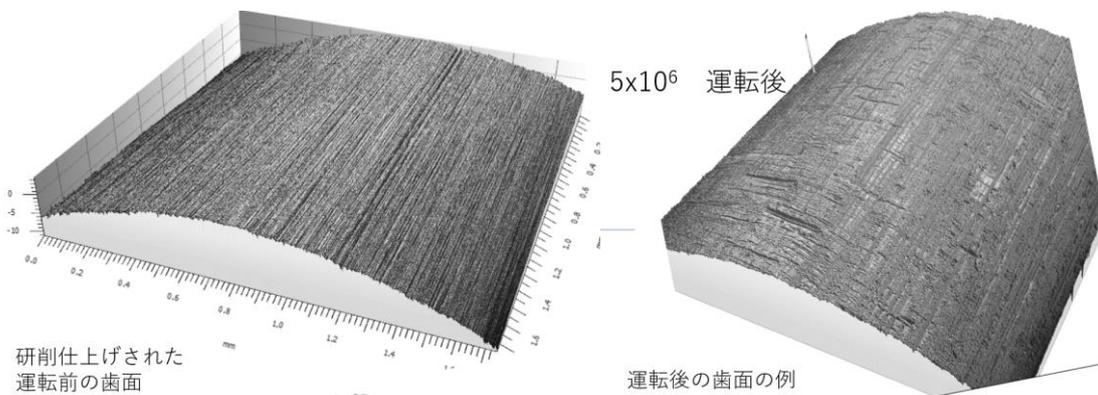
ピクリン酸腐食

鋼材のエッチング観察による品質の検討、MA200で撮影

#### IV 表面マイクロ形状評価装置

東京精密製 非接触3次元表面粗さ・形状測定機 Opt-Scope

白色光干渉に基づく非接触表面形状測定機で、Z軸方向には1nmを超える解像度を持つ。結像面の各ピクセルごとに測定対象対応点までの絶対距離を測ることにより、表面の3D形状をナノメートル精度で測定することができる。下図は重負荷運転により歯車歯面のマイクロ形状がどのように変化したかの測定例で、写真のように見えるが、距離情報のマップである。この測定データから任意次数の多項式空間曲面データを引き算することにより、不要な情報を測定結果から除くことも可能である。全体の面測定データやその任意断面データを抽出し、処理することにより、2D・3Dの表面粗さの



重負荷運転による歯車歯面状態の変化

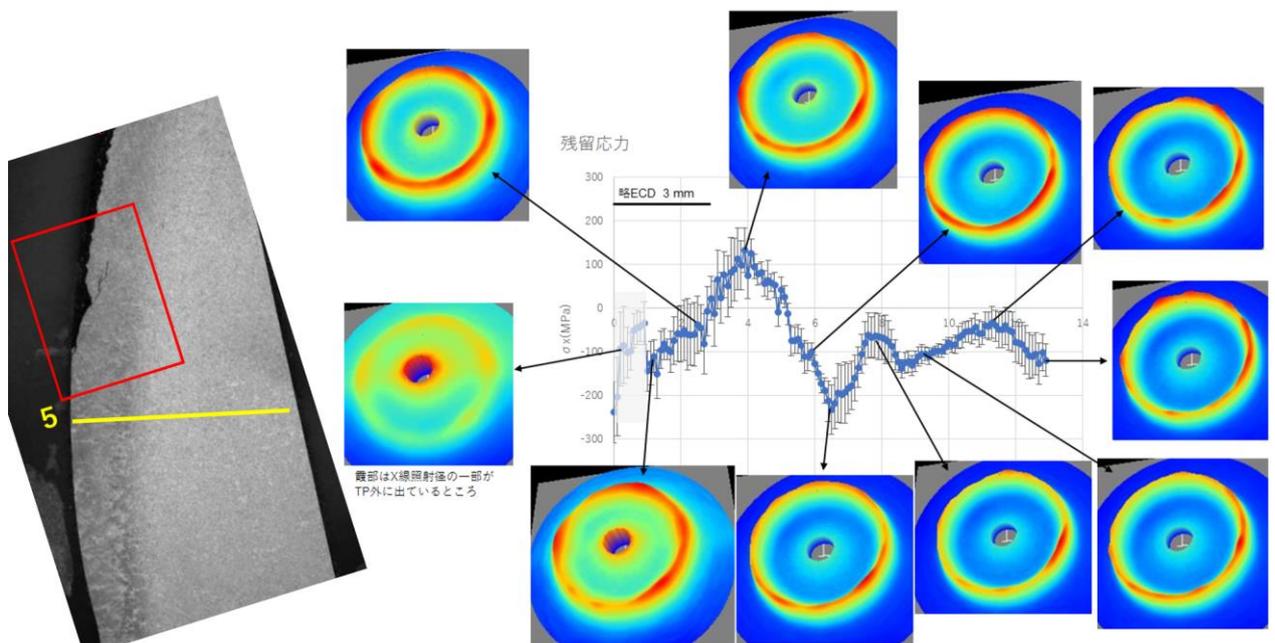
詳細を知ることが出来る。また、表面金属組織の状態や工具の切れ刃の状態等を正確に評価できる。材料の評価にも力を発揮する。

## V 表面解析装置

### 1. パルステック製 X線残留応力測定装置 $\mu$ -X360s

#### Debye-Ring Analyzer DRA

$\mu$ -X360s は鉄鋼材料の場合、表面から  $10\mu\text{m}$  程度の深さにあるフェライト結晶の歪みを測定する。具体的には X 線回折のデバイ環の形状より、残留応力や硬さに関連のある半価幅を算出する。組織が一様な材料の場合、デバイ環は一様な山高さのクレター形状を示すが、結晶組織が配向しているときには形状が崩れる。次図に歯面剥離事故を起こした 18CrNiMo7-6 浸炭焼入れ歯車の測定例を示すが、このようなデバイ



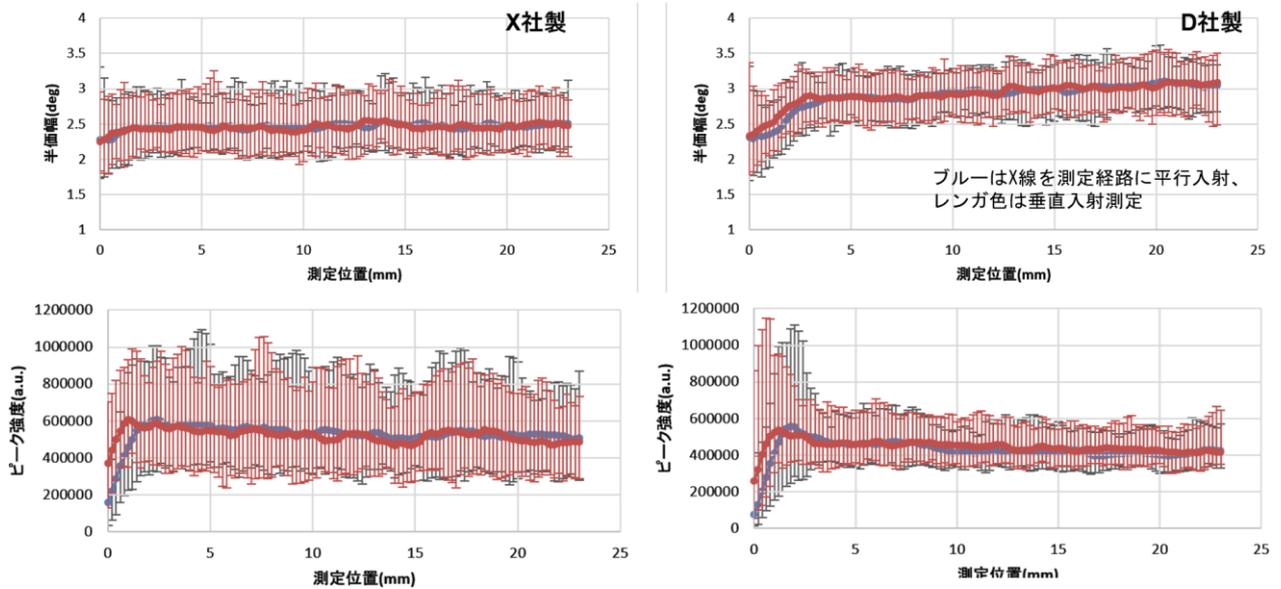
歯面剥離浸炭焼入れ歯車の歯のデバイ環形状のバラツキと残留応力状態

環形状の解析は材料品質や熱処理の評価に力を発揮する。

DRA は  $\mu$ -X360s を測定ヘッドとして XY ステージと  $\theta$  ステージを取付け、多点の X 線回折測定を自動で行えるようにしたもので、各測定点で得られるデバイ環形状の不整を検討対象として総合処理する。具体的検討対象は、残留応力、デバイ環の半価幅、デバイ環クレター山ピーク値、デバイ環半径等で、デバイ環形状の平均値と  $360$  度にわたる各断面でのバラツキを評価し、鋼材の組織の問題点を発見して鋼材と熱処理の品質を判定する。

X 線の回折測定は、昔は時間がかかったためごくわずかな測定点でしか実施されなかったが、この装置ではかなり高速で測定ができるため、多点測定が可能となった。昔の X 線残留応力測定ではしばしば常識外の応力値が計測・算出されて X 線残留応力測定の信頼性が論じられることもあったが、多点の線経路あるいは面測定ではそのようなことが論じられない信頼性で、フェライト結晶粒の変形状態が計測される。また、後述の HDA 測定のマイクロ HV 分布とこの DRA 測定の半価幅分布を被検面の同

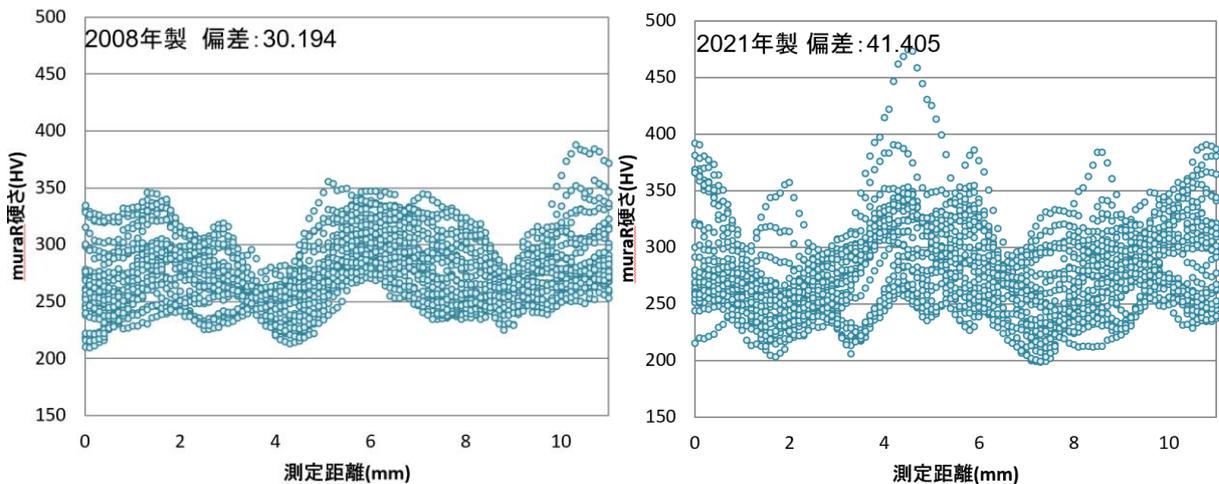
一箇所について比較検討することにより、その材料の脆性の程度を評価できる。



真ん中の線はデバイ環の平均形状から求めた値、そこから上下に伸びる線の幅がデバイ環360度断面形状から求めた値のバラツキ幅。  
異なる製鋼メーカーの同一名鋼材浸炭焼入品のデバイ環形状のバラツキ相異による品質の判定

## 2. パルステック製 非接触硬さムラ測定装置 muraR

鋼材表面の硬さ分布、したがって硬さムラを非接触で高速に線測定あるいは面測定でき、可視化できる。X線回折の半価幅は硬さと密接な関係があるので、半価幅測定により、硬さが非接触測定することが可能となっている。この測定の原理は、X線回折デバイ環のある一断面の形状をスキャン測定するもので、DRAより測定精度はかなり劣るが、1000倍近い高速測定が可能である。測定曲線の浪打挙動(次図参照)や、そのデータバラツキの標準偏差より、材質の良否、例えば旧オーステナイト結晶粒の粗大化なども推定できる。鋼材の製造会社別や製造年別の品質の相異、熱処理の異常や切削時に生じた異常、研削焼けの有無、損傷面の結晶組織の状態変化などを非



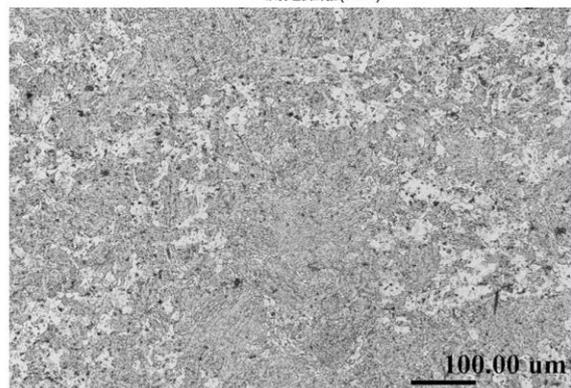
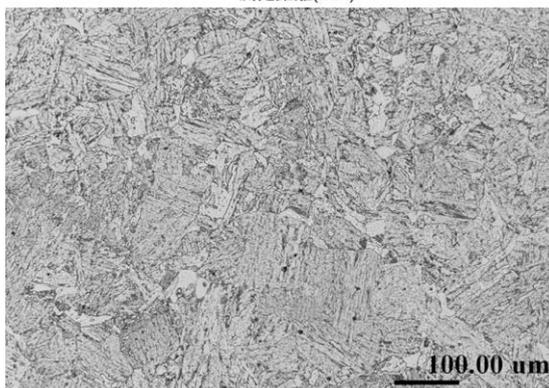
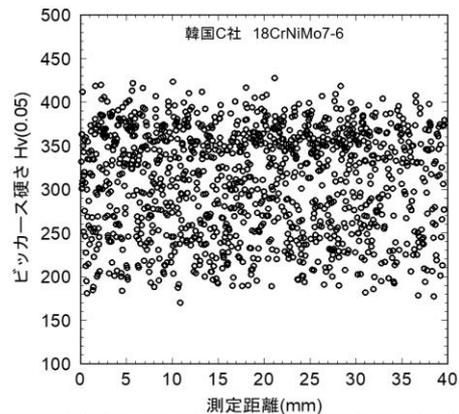
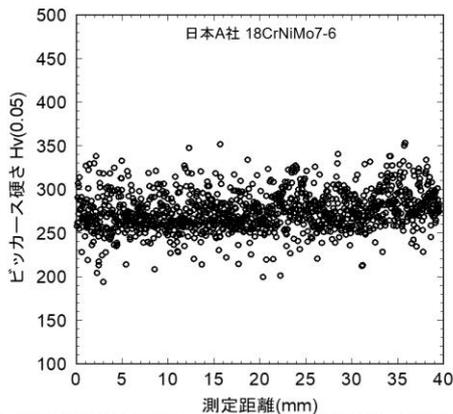
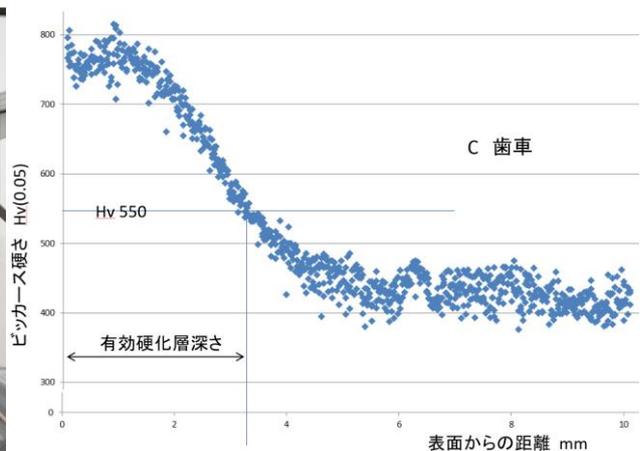
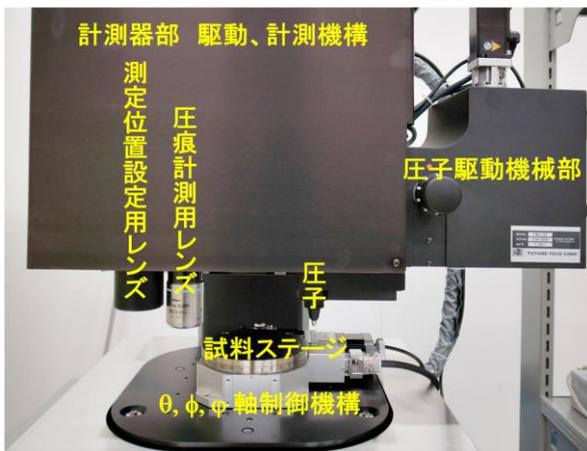
ミルシート付き同一炭素鋼の製作年代による組織悪化の muraR 測定例  
(面測定データの重複表示)

破壊で判定することが出来る。歯車全歯の歯面全体の硬さ分布の測定も可能である。

### 3. NIKON 製 高速多点自動マイクロビッカース硬さ測定装置

#### Hardness Distribution Analyzer HDA

容易に測定経路を設定して全自動で精密にマイクロビッカース硬さ HV を測定できる。圧痕作成部はフューチャーテック社製。数百～数千点のマイクロビッカース硬さを短時間で自動的に測定することが可能である。例えば 1000 点の測定に要する時間は約 140 分である。人的要素に起因する測定誤差を排除し、作業者の疲労を大幅に低減することが可能である。測定精度を保証するため、全測定点の圧痕画像を保持しており、事後に不審点の測定精度を検証することも可能である。この機能により、他の硬さ測定機では測定精度に問題を生じるような低荷重での測定が可能である。多点 HV 測定結果を統計処理することにより、硬さのバラツキ状態が局所領域的にも明確



エッチングによる観察組織と HDA によるマイクロ HV 分布の対応

にとらえられ、材料の組織状態の異常などが可視化できる。JGMA 規格 9901-01:2020 [歯車用鋼材の硬さ分布の多点測定法とその評価]による鋼材品質の評価が可能である。人的誤差を排除した超多点の硬さ測定においては、これまで問題とされてきた「硬さのバラツキ」が、材料特性に密接に結びつく大きな意味を持つことが明らかとなっている。金属組織は従来、エッチングした表面画像を専門家が見て、経験から主観的にその良否を判断していたが、この測定装置を用いることによりその定量化が可能となった。 応用科学研究所ではこの HDA 設備を 2 台稼働させている。

4. JEOL 製 電界放射型走査電子顕微鏡+エネルギー分散型 X 線分析装置 JSM-6330F  
試料表面のマイクロ構造を詳細に観察しながら（分解能 1.5nm）、多元素同時分析を短時間で行える。コールド FE 電子銃の特性を生かし、低加速電圧でも高分解能観察が可能である。

## VI 材料検索装置

### Total Materia

世界で最も広範囲な材料データベースで、450,000 種以上の金属、ポリマー材料、セラミックス材料、複合材料の特性にアクセスすることができる。元素成分から各国の鋼種からそれに類似するものを逆引きする機能もある。

その他、当研究所には以下に示す設備機器があり、材料評価・表面改質・機械基盤研究加工受託業務に活用している。

1. 高周波発振装置 [6 基]  
周波数 50kHz~200kHz、出力 50kW~100kW の電子管式発振器、トランジスターインバーターにより、処理品の仕様に合わせた高周波誘導加熱を行い、焼入れを行っている。
2. 高周波焼入れ装置 [9 基]  
小型部品から大型部品まで処理品に最適の加熱方法・冷却方法が選べる焼入れ装置を設置している。
3. プラズマ窒化装置 [4 基]  
φ500×1000H~φ680×1800H の 4 種類の処理有効容積の炉体を持つ装置で、超小型部品から大型部品（単重量約 500kg）まで、研究所独自の方法で処理する設備である。
4. 大気加熱炉 [6 基]
5. 横型雰囲気炉 [1 基]
6. 高温真空炉 [1 基]
7. 硬さ試験機 [2 台]
8. ビッカース硬度計 [5 台]
9. ロックウェル硬度計 [2 台]
10. ショア硬度計 [2 台]
11. 実体顕微鏡 [2 台]
12. 光学顕微鏡 [2 台]
13. X線回折装置 [1 台]
14. 放射温度計 [1 台]
15. 自動研磨機 [3 台]

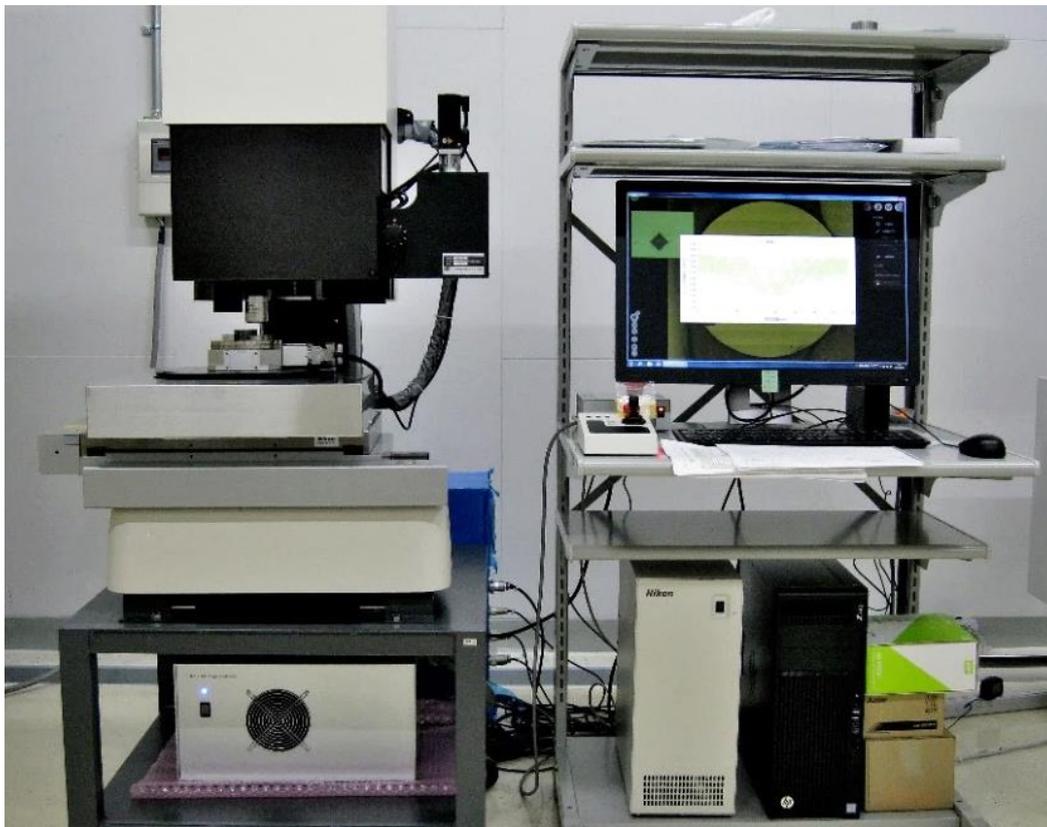
## 検査・測定・分析機器



Carl Zeiss 3次元形状測定機  
Prismo navigator 9/12/7 SACC VAST



NIKON 高精度非接触3D計測システム  
HN-C3030P



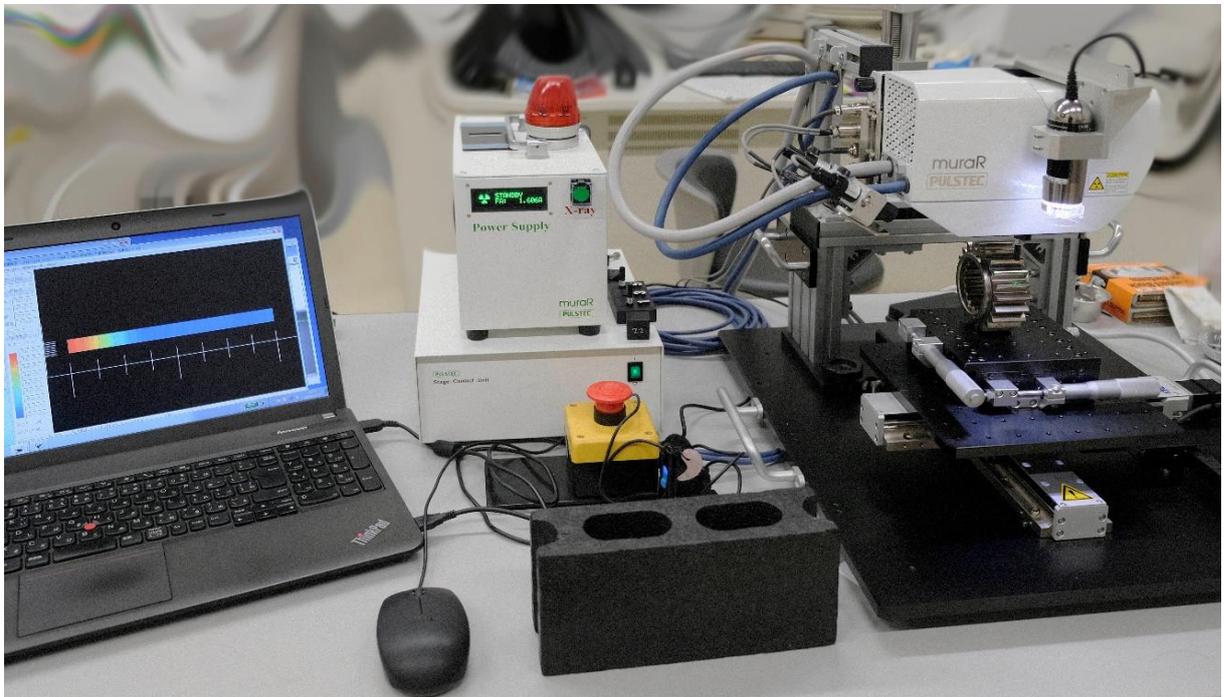
超多点自動マイクロビッカース硬さ測定装置 HDA



デバイ環解析装置 DRA のヘッド部



X線残留応力測定装置  $\mu$ -X360s



非接触硬さムラスキャナ muraR デバイ環断面形状変化測定装置



電界放射型走査電子顕微鏡 JSM-6330F



X線回折装置

非接触 3次元表面粗さ・  
形状測定機  
OptScope



倒立型金属顕微鏡 NIKON MA200



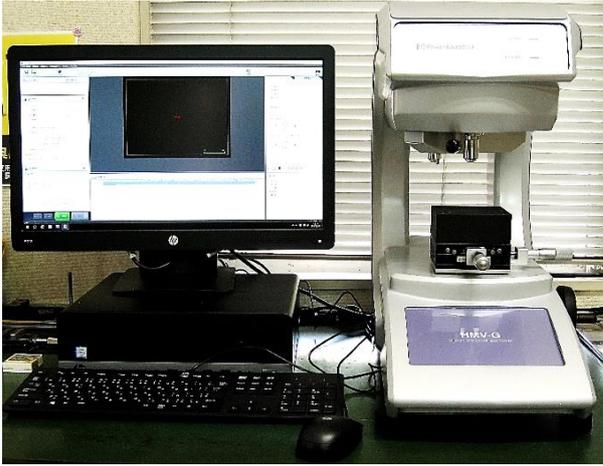
光学顕微鏡



実体顕微鏡 NIKON SMZ800N



トータルマテリア 材料検索装置

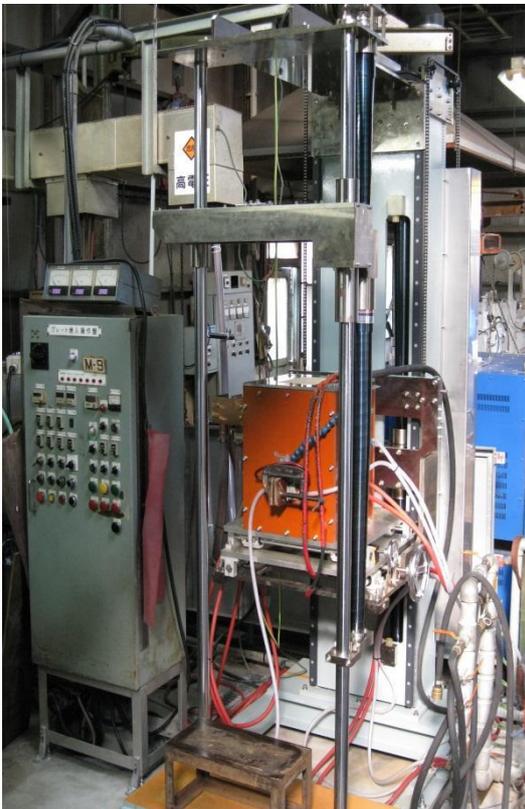


自動微小硬さ試験機



微小硬さ試験機

## 表面改質装置



高周波焼入れ 移動焼入れ機

## 高周波焼入れ設備



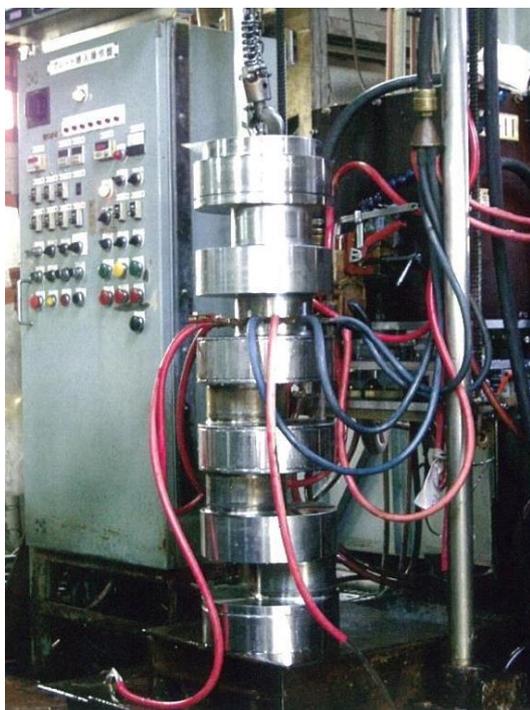
電子管式高周波発振器



クランク用割りコイル



高周波焼入れ技術発祥の地、応用科学研究所を象徴する昔からの高周波誘導加熱コイル類



移動焼入れ機によるクランク軸の高周波焼入れ  
(焼入れ後の歪みは極小)



高周波誘導加熱コイルの一部

## プラズマ窒化設備



プラズマ窒化炉と制御盤



窒化炉 炉内の処理品設置例