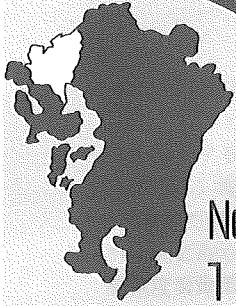




佐賀県

# 工業技術情報



No.70

1989-5

佐賀県工業試験場

佐賀県窯業試験場

## 炭素繊維の発展から思うこと

佐賀県窯業試験場長 大槻 眞 一



この度、4月1日付で佐賀県窯業試験場長を拝命致しました。これまで私は、工業技術院大坂工業技術試験所（以下、大工試と略す）で、炭素材料の研究を振り出しに、大工試の長期ビジョンや長期研究計画策定の裏方を研究企画付として担当したり、技術相談所長などをしてまいりました。窯業試験場は、陶磁器とファインセラミックスの試験・研究を二本柱としており、これらを中心に積極的に多くの業務を展開しています。

私も、はなはだ微力ではありますが、佐賀県の窯業の振興と窯業試験場の発展のために努力したいと念じておりますので、よろしく御支援の程、御願ひ致します。

さて、窯業試験場にニューセラミックス研究室（現在は、ファインセラミックス部）が誕生して早や5年が経過しました。ファインセラミックスは、十数年前、期待される新素材として脚光を浴び、大手企業もベンチャービジネスも大きな関心を寄せました。ファインセラミックスの研究会が全国的に組織され、名古屋に日本ファインセラミックセンターが設立されました。しかし、この頃、ファインセラミックス商品の伸びが期待の大きさに比べて、遅いと言われている。

ところで、今、増産につぐ増産を続けている炭素繊維も、はじめは世間を騒がしたわりには、立ち上りがゆるやかであったと思います。それは丁度、私が大工試に入った昭和34年の頃で、当時、大工試で

はポリアクリロニトリル（PAN）系の炭素繊維が発明され、大きな話題となっていました。東レ(株)がいち早く特許の実施権を手に入れたのですが、なかなか製品化されず、10年近く経ってやっと炭素繊維「トレカ」が売り出されました。東レは、この間炭素繊維の強化法や複合法の研究などを進めていたのだろうと思います。こうして日の目を見た炭素繊維も、最初は、意外と需要が少なかったようで、ゴルフクラブや釣り竿などのスポーツ用品として、また宇宙・航空機用などの複合材料として本領を発揮するまでには、かなりの年月がかかりました。今では、PAN系炭素繊維の売り上げは、昨年度の上半期だけで東レが80億円、三菱レーヨンが39億円、東邦レーヨンが40億円と言われており、さらに東邦レーヨンは、その生産量を一気に40%引き上げ、年産2,020トンにすると発表（日本経済新聞、平成元年、4月7日号）しています。

このように見てくると、ファインセラミックスも、最初のフィーバーから十数年たって少し落ち着いて来た今こそ、大きな市場を育てる大切な時期ではないかと思えます。ファインセラミックスに対するニーズを的確に把握するための調査研究や、新しい用途を開発する製造技術に関する研究や、評価技術などの基礎研究が、今、着実に進められていく必要があります。窯業試験場もその一端を担って、引き続き強力にファインセラミックスの研究を進めてまいりたいと考えています。

目

次

炭素繊維の発展から思うこと	1
平成元年度のあらまし	2
Q & A	4

技術アドバイザーの活用について	7
お知らせ	8

# 平成元年度のあらまし

県工業試験場と県窯業試験場の平成元年度事業計画は次のとおりです。

## (県工業試験場)

### 工場におけるコンピュータシステムの研究

パネットワーク方式による工場内コンピュータ及び、制御装置のシステム化研究。

### 多機能ボードの開発

センサー利用技術の研究過程で開発したオリジナル設計のボードを、夜のマイコン研修会で教育実習に利用したところ非常に好評であった。

今後さらに改良して多品種少量生産システムにおける制御端末として使えるようにする。

又、制御用プログラムのデバッグにも使えるようソフトを開発する。

### A・I (人工知能) によるボード故障診断システムの研究

工試で開発したマイコンボードのA・I (人工知能) による故障診断システムの作成を研究しながら、人工知能構築技術を蓄積する。

### 素材の信頼性評価技術の研究

セラミックを機械部品として応用する場合の設計の基礎となる数値の確立と、超音波と電子線による内部微細欠陥を含む均質性の評価法を確立する。

### 新素材の加熱切削加工に関する研究

耐熱合金の加工等付加価値の高い仕事を本県に誘引するための研究。

耐熱合金は力がかわると硬くなる (加工硬化) の性質があり、切削が非常に難しい。

加工硬化を起こさない温度にスポット加熱しつつ切削する方法の研究。

### 多品種少量生産システムの研究

「生産システム研究会」を組織し、企業と工試にコンサルタントを交えて多品種少量生産に最適の生産方式 (シングル段取り等の手法を含めて) の研究に取り組む。

### 地域技術交流研究

セラミック生産県としてセラミックの応用拡大をはかる意味もあって、佐工試から積極的に働きかけて実現したもので、セラミックの切削加工について九工試を中心として九州各県工試が分担研究する事業。

### アルカリ骨材反応の防止に関する研究

最近、骨材資源の変化により生コン業者、コンクリート二次製品業者、砕石プラント業者等からアルカリ骨材反応 (コンクリートの割れの原因) の技術相談が増加しており、先がけて防止技術を確立することにより業界発展と構造物の安全確保に役立てる。

### 食品の保蔵処理技術に関する研究

低温域の遠赤外を用いた水分活性コントロール技術。

特殊な条件で磁界を作用させることによる熱を加えない殺菌技術の開発研究。

これ等の技術の開発により、「生の状態での調味海苔」や、上場その他で生産の増大しているアスパラガスとその屑 (1割) を利用した「アスパラ・ジュース」等独特の特産食品開発が可能となる。

### 生物機能利用技術の研究

工業用微生物を改良するための細胞融合、スクリーニング技術等の研究。

### バイオリクターの食品工業への応用研究

有田地区で作られた多孔質セラミックに酵母菌等を固定してバイオリクター (生化学反応器) をつくる研究。

前の項による改良微生物と組み合わせると、6ヶ月から1年かかっていた醤油を1ヶ月で作ったり、新しい風味の調味液を製造することが可能となる。

### 複合材の表面加飾技術に関する研究

デザインと連携したアート加工技術の一環としてとり組む。

初年度は、ブラスト加飾を主とし、化学加飾を含めて研究する。

### コンピュータによるデザイン発想支援データベース構築法研究

デザイン発想に役立つ情報を自由に検索・構成できるシステムを構築する。

## (県窯業試験場)

### 陶磁器に於けるデザイン及び絵付け工程の自動化システム

佐賀県では産・学・官が一体となって、「陶磁器に於けるデザイン及び絵付け工程の自動化システム」の研究開発に取り組んでいる。本研究は有田焼の伝統を十分に生かしながら、多品種少量生産に適し、

コストの低減、高品位を計れる自動生産システムを開発することにある。CADシステムのデータ・ベースを構築する目的で、1) 有田焼文様・形状の収集分析、2) 陶磁器用顔料、絵具の発色データの収集分析、3) 素地の乾燥、焼成収縮データの集積、分析研究に取り組む。

#### 高強度素地による業務用食器の開発に関する研究

業務用食器としては、割烹食器、洋食器等がある。

有田焼は、割烹食器が主力製品であり、洋食器は少ない。本研究は、高強度磁器素地により、洋食器を開発し、有田焼に高付加価値と多様性をもたせることを目的とする。

#### 低膨脹性磁器素材の開発

熱的に低膨脹性を有する素材は、コーゼライト、チタン酸アルミニウム及びβ-スポンジューメン等がよく知られている。しかし、これらを利用した素材は、焼成の難しさや低強度等の問題のため、実用化されている素材に於いても物性的に改善が望まれている。

そこで本研究では、焼成温度1300°C以下、焼成温度範囲50°C±25°C以上、曲げ強度700kg/cm<sup>2</sup>以上、及び熱膨脹係数 $2.0 \times 10^{-6}$  at 1000°C以下の物性を有する素材の開発を目的として行う。

#### 耐蝕性上絵具の開発

有田焼では古くから酸化鉛を含んだ和絵具によって上絵付がなされているが、食品衛生法で酢酸による鉛の溶出が厳しく規制されている。そこで、耐酸性上絵具の研究を行い、同時に洗剤等のアルカリに対する腐食も調べる。そして上絵具の組成と耐蝕性との関係を明らかにする。更に環境の違いによる耐蝕性の変化を検討する。

#### 高齢者向集団食器の開発

現在老人ホーム等で使用されている食器はメラミン樹脂等のプラスチック製品が多く、陶磁器製は茶碗蒸用の器が使用されているに過ぎない。しかし、入居者や施設側からも、できれば陶磁器製の食器を望む声は多い。一般のものとはやや趣向の異った、老人向けの、老人にとって使いやすいことを想定した集団食器を開発する。シルバーマーケットの開拓を目標とする。

#### 陶磁器加飾技法の研究開発

肥前地区の陶磁器の加飾技術は大部分が伝統文様による染付が主流であるが、消費者ニーズが多様化している今日、和洋の食生活にマッチした、新しい感性のテーブル・ウェアを創造し、伝統的加飾技術との調和を図った食器の開発を行う。

有田陶交会との共同研究による、インテリア、エクステリア製品の開発

試験場及び陶交会研究グループは、7年間に渡り、京王プラザ展、NIC展、九陶展等、東京・福岡・有田に於いて、食器をテーマにした新製品の展示会を行ってきたが、今日、生活様式が多様化に伴い、生活空間を彩る、インテリア、エクステリア製品へのニーズが高まっていることに鑑み、現代の生活空間に適応した、インテリア、エクステリア製品の開発を目的として、陶交会との共同研究を推進する。

#### 唐津焼陶土に関する研究

現在、唐津焼に使用されている陶土及び製品に関する化学分析、物性試験等をベースに、豊富に賦存している大川野砂質粘土等を主原料として、各種原料との配合調整を行い、焼成後の陶土の呈色、物性向上への効果を研究する。

#### 天然原料を主原料とした汎用セラミックス多孔体の開発

現在のセラミックス多孔体は、多種多様で豊富な利用法が報告されているがコスト面に関しては未だ問題を残している。そこで本研究では、未利用の天然原料及び産業廃棄物を利用して低コスト化を目的とし、細孔径(1~100 μm)、気孔率(40~60%)を自由に制御できる汎用セラミックス多孔体の開発を目指す。

#### 多孔質セラミックスの製造技術開発及びその応用

アルミナだけでなく、シリカ・ジルコン・ジルコニア・ムライト・チタニア等種々の材料を用いて、多孔質セラミックスを作製し、セラミックス担体や膜としての応用範囲を拡大し、醸造、食品製造、水処理、高温用触媒担体等にも利用出来るものを開発し、その応用を図る。

#### 針状ムライトで補強したセラミックス複合材料の開発

ニュージランドカオリン等の粘土鉱物を焼成し、酸処理し抽出して得られる針状ムライトを用い、セラミックス複合材料を作成する。マトリックスとしては、各種酸化物を用い、針状を添加して高強度化、高じん性化の向上を図る。更に、針状ムライトに種々の粘土を添加し、針状ムライトで強化した工業用磁器質材料例えば炉材、断熱材、熱交換器等の開発も検討する。

#### セラミックスの加工技術とその利用に関する研究

高能率でしかも加工による強度低下の少ない、ファインセラミックスの最適加工技術の確立と、九工試で開発されたセラミックスの切削工具としての利用を試みることを目的とする。特に假焼したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>材料特性について評価検討する。



## 〜工業試験場〜

(問)合成洗剤の利用状況を教えてください。

(答)現在、界面活性作用をもつ無数の調剤製品が家庭用として、また工業用あるいは業務用として生産されている。

家庭用として市販されているふつうの洗剤でも、衣類の洗濯・食器洗い・床そうじ・洗車など、使用目的に応じて、それぞれ最も適するように各種の成分が配合(調剤)されている。たとえば家庭消費の大部分を占めている洗濯剤をとり上げても、界面活性剤そのもののほかに、少なくともビルダー(洗浄効果を高める助剤)、漂白剤、酵素などが配合されている。そのほか、特殊な効果を付与するため、消泡剤(あわ止め剤)、柔軟剤(柔軟仕上げ剤)、静電防止剤(帯電防止剤)、再沈着防止剤などが添加されている。合成洗剤は硬水に強く、冷水が使用でき、すすぎが容易なことが大きな特長であるが、家庭用としては洗浄力の大きいことに加えて、洗濯後の白さや手ざわり(肌ざわり)、芳香、製品の保存性なども要求される。さらに、手が荒れない(皮膚を刺激しない)ということも重要な条件である。もちろん低価格・軽量化なども望まれる。

工業用・業務用においても、各種の界面活性剤が、単なる洗浄剤としてばかりでなく、実に多様な用途が見いだされ、市場の拡大がめざましい。たとえば石油採掘において、採油率(原油回収率)を増大するため、油層に適切な界面活性剤を注入し、O/W(水中油滴型)のエマルジョン(乳濁液)を破壊して油分離を促進する方式が広く採用されている。いわゆる石油の三次採取法である。

また、石炭利用の分野では、微粉炭を重油あるいは水に分散させ液状として輸送するためCOM(cool-oil mixture)、CWM(cool-water mixture)の安定化に界面活性剤が利用されている。

そのほか道路舗装において、工事の迅速化を図るため、タール材(アスファルト、ピッチ)と水とのエマルジョンを作り、さらに砂利とタールとがよくなじむように、ある種の界面活性剤が添加される。

以上のほかに、界面活性剤はさまざまな特性により今日では思わぬ分野で活躍している。

(問)金型用CAD/CAM/CAEの現状とその技術的課題は

(答)CADはこれまでは実質的には Computer Aided Drafting といわれてきたが、実際に Design をコンピュータで行なう必要がある。とくにプレス加工などではFEMなどを利用したシミュレーション技術の向上や、加工のノウハウをCADソフトの中に取り入れることが必要である。現在の時点でプレス加工においてCAD化が進んでいるのは、せん断、曲げ加工の一部などでせん断については、単能型、トランスファ型、総抜き型、順送り型があり、CAD/CAM化が進み実用化されている。深絞り加工などではシミュレーション技術、とくに変形解析手法が未完成のようで、主としてFEM、すべり線場法などの変形解析法と結びつける試みがなされている。自動車の外板のプレス加工用のCADはかなり実用化されているようであるが企業秘密となっているようである。CAD/CAM/CAEにおいては、変形解析を組込んだCADシステムの開発が重要で、一番問題なのは3次元の変形解析手法である。しかし理論的解析のみでCAEをカバーすることは不可能と思われる。現場での加工ノウハウを組込んだ形のシミュレータが必要となろう。金型用CAD/CAMは実用化のレベルにある。

(問)フラッシュパネル板製作時における化粧合板表面の凸凹発生の原因とその防止方法について教えてください。

(答)◎凸凹発生の原因については次のよう問題があると思います。

1. 芯材の厚みを切削するプレナーの精度に問題がある場合
2. 芯材が異種材混合の場合
3. プレスの圧縮力があまり強すぎる場合
4. 接着剤の粘度があまり高すぎたり塗布量が多い場合
5. 接着剤塗布後の堆積時間があまり長すぎる場合
6. プレスの圧縮時間があまり長すぎる場合
7. 芯材の含水率に問題がある場合
8. 化粧合板の管理と含水率に問題がある場合以上のようなことが考えられます。

◎凸凹発生の防止方法について

1. 芯材をプレナーで切削する場合はかならず左右の寸法精度をノギス等で確認する事。また数量を多く切削する場合は中間でもノギスで寸法精度を確認すること。
2. 芯材はできるだけ異種材を混合させない事。どうしても混合させなくてはならない場合は、材の収縮率や比重等が似通った材種を選ぶこと。
3. プレスの圧縮力はフラッシュ板パネルの大き

さではなく、そのパネルの芯材の合計面積当たりで計算し、プレスの圧縮力を調整する事。通常フラッシュパネル板製作時の圧縮力は5 kg/cm<sup>2</sup>が最適と思われるが、ここで注意しなければならないことは、表面にはりつける化粧合板の種類および厚み等によっても圧縮力を調整する事。薄物化粧合板やプリント化粧合板等は接着不良の原因にならない最低圧縮力で圧縮するのが望ましい。

4. 接着剤の粘度があまり高すぎたり塗布量が多すぎると、接着剤被膜層の厚みに「ムラ」ができパネル表面の凸凹発生の原因になるので、使用接着剤の規定の粘度と塗布量を厳守すること。
5. 接着剤塗布後の堆積時間があまり長すぎると、接着不良の原因や接着剤の硬化によって接着剤被膜層の厚みに「ムラ」ができパネル表面の凸凹の発生の原因になるので、堆積時間はできるだけ短時間で圧縮する事。通常堆積時間を計算する場合は、使用する接着剤や使用材料および室温や湿度によって異なるので、実際に工場で生産されている接着剤と使用材料を使って条件テストを行い、接着剤のゲル化前に圧縮すること。できれば室温や湿度別の堆積時間表を作成し作業能率によるプレス接着作業量を計算し堆積時間を厳守すること。
6. プレスの圧縮時間があまり長すぎると、材料の圧縮疲労によるパネル表面の凸凹発生の原因になるので、使用接着剤の標示圧縮時間を厳守すること。
7. 芯材の含水率とパネル表面にはりつける化粧合板の含水率は同一にし、できるだけ合板等の管理や資材置場には注意すること。以上のような点について留意することが望ましいと思います。

## ～ 窯業試験場 ～

(問) 遺跡出土の古代ガラスと色絵磁器の上絵フリットを対比し、沿革、鉱物科学等の概要を説明して下さい。

(答) 伊万里市、腰岳の山頂付近に産する黒曜石や、山内町、黒髪山周辺に産する真珠岩は、シリカの多い石英粗面岩や流紋岩質溶岩が、噴出後、急冷されて生成した天然ガラスである。黒曜石は黒色ガラス質で薄片にすれば鋭利になるので、石器時代は刃物等に利用された。真珠岩は灰色縞状ガラス質で破砕面は貝殻状となる。700°C～800°Cに急熱すれば、発泡してバルーンを形成するので軽量建築材料として利用されている。

人造ガラスの起源は明らかでないが、エジプトでは今から5000年前頃と推定されるガラスが発見されている。古代ガラス、即ちエジプト、ローマ等のガラスはソーダ石灰ガラス ( $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ ) である。鉛を多く含む、いわゆる珪酸鉛ガラス ( $\text{PbO}-\text{SiO}_2$ ) は欧州の古代ガラスには殆んど見当たらない。ガラスはローマ帝国発展と共に、ヨーロッパに広く伝播し、又、中央アジアや海路を経て中国へ伝った。中国では、紀元前3世紀頃、ガラスがつくられ、いずれも珪酸鉛ガラスであり、珪酸鉛ガラスは中国で創成されたとの見方が有力である。

日本でガラスが発見されたのは弥生時代の遺跡からで、縄文時代にはガラスは知られていない。

佐賀県吉野ヶ里遺跡は今から約2000年前の弥生中期の環濠集落と墳丘墓といわれ、今脚光を浴びています。

カメ棺から有柄銅剣とライトブルーの管玉が50個程出土しています。管玉は最長7cm位のものがあり、中にはトンボ玉と称される縞状の古代ガラスがあり、これは古代ローマのガラス玉と類似のものだといわれる。

静岡県登呂の遺跡(紀元後3世紀)からはアルカリ石灰ガラスの紺と青色の小玉が発見されている。又、福岡県の須玖岡本のカメ棺からは、珪酸鉛ガラス製の濃緑のマガ玉、管玉等が発見され、これは中国から伝ったものだといわれる。

古墳時代(3～6世紀)になると、各地の古墳から、マガ玉、管玉等が出土しています。いずれも、青～青緑色のガラス玉が多く、大部分はアルカリ石灰ガラス、( $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ )であるが、一部に酸化銅を顔料に使った濃緑の珪酸鉛ガラスの玉もある。

今日では、白玉(上絵フリット)のような珪酸鉛ガラスに酸化銅を添加したものとして色絵磁器のもよぎ(崩黄)があり、又、青手古九谷等としても知られている。

古墳時代の後、7世紀になると、佛教の伝来に伴って、寺院が建てられ、佛像がつくられ、ガラス玉の需要が増大した。この時代のガラスとしては、正倉院に多数の玉類等が保存されている。正倉院の古代ガラスには、瑠璃杯(るりはい)、雑色瑠璃魚形等があるが、瑠璃は古くはガラスのことである。

青以外は珪酸鉛ガラス製で、比重が4～5、酸化鉛(PbO)の含有量は70%前後に達する。青色のものは、酸化コバルトを顔料に使ったアルカリ石灰ガラスである。

これらの玉類、魚形等は日本でつくられたものと考えられる。

現代の陶磁器釉は、石灰石と長石を使った、アルカリ石灰ガラスを基調としたものが多く、酸化コバルトを3~5重量%添加した釉を瑠璃釉と呼び、施釉焼成後の磁器は鮮明な青藍色を呈する。瑠璃釉は花瓶や茶器等に色釉として利用されている。

正倉院に天平6年(734年)と年号のある造佛所作物帳があり、丹(鉛丹  $Pb_3O_4$ )と白石(珪石  $SiO_2$ )等を用いてガラスをつくった事が記載されて居り、これは珪酸鉛ガラスである。正倉院の珪酸鉛ガラスの化学分析値の平均値は次のようである。即ち、 $SiO_2$  26.1%、 $PbO$  71.9%、 $R_2O_3$  0.94%、 $RO$  0.52%、 $R_2O_3$  0.35% (但し、 $R_2O_3$ ;  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $RO$ ;  $CaO$ 、 $MgO$ 、 $R_2O$ ;  $Na_2O$ 、 $K_2O$ )。

これは、現代の光学ガラス・重フリントのSF6、即ち、 $SiO_2$  26.9%、 $PbO$  71.3%、 $R_2O_3$  0.3%、 $R_2O$  1.5%、と化学分析値が酷似している。

福岡県の宮地嶽古墳から出土した古墳時代のガラス玉は珪酸鉛ガラスからなり、その組成は、 $SiO_2$  23.09%、 $PbO$  75.43%、 $R_2O_3$  0.77%、 $RO$  0.19%、 $R_2O$  1.21%、であり、前記のガラス組成に近似的な値である。これは中国より渡来したものと推定されている。

ガラスを非破壊検査で分析する方法として、 $\beta$ 線後方散乱法がある。これは放射線同位体燐-32が出す $\beta$ 線を試料に当て、反射(後方散乱)されて来る割合を測る方法で、原子番号の大きな元素が試料中にあるれば後方散乱率が大きくなる。従って鉛ガラスの場合、鉛の含有量と後方散乱率の間の関係を求めておけば、鉛含有量の大体の値を知ることが出来る。

さて、平安時代には、ガラスの製造は衰退し、1600年以降、西欧文化の伝来と共に、再び、ガラスの製造は盛んとなった。江戸時代から明治時代迄用いられたビードロ、ギャマンの語は前者はポルトガル語から、後者はオランダ語から由来するものである。

日本の陶磁は縄文土器、弥生土器、土師器、須恵器の各段階を経て発達して来た。古墳時代の後期、5世紀後半に大陸から伝来した須恵器は15世紀頃まで続き長期にわたって我国陶技の基盤が培われた。造形にロクロを使用し、窰窯から次第に登窯へと変遷し、1000°C以上の高火度で焼成する技術が発達した。奈良時代になると、自然釉から更に木灰を使用する高火度焼成の灰釉が始り、一方では、800°C前後で焼成する低火度焼成の彩釉技法が行われた。

木灰の成分は、約35~40%が石灰( $CaO$ )であり、X線回折分析により、カルサイト(炭酸カルシウム、 $CaCO_3$ )を同定できる。その他、マグネシア( $MgO$ )を3~5%、加里( $K_2O$ )を1~3%含有しているが、加里は水洗で除去される。従って100gの木灰

は、およそ60~70gの石灰石と6~10gのマグネサイト( $MgCO_3$ )、に相当する媒溶剤と考えることが出来る。

灰釉陶は成形体に木灰をそのまま流し掛けする自然釉技法と木灰と長石・珪長石・石英粗面岩・凝灰岩・アプライト・花崗岩・又は含鉄土石等との調合物を施釉して1200°C~1250°C位で焼成するものがあり、これらの灰釉陶は民陶の分野で今尚需要は衰えていない。

焼成後の灰釉は長石等に含まれる加里・曹達等の珪酸塩と木灰からなる。アルカリ石灰ガラスを構成する。

今日、陶磁器釉には、石灰釉・石灰タルク釉・石灰亜鉛釉・ドロマイト釉・フリット釉・土灰釉等、色々あるが肥前地区では民陶を除けば石灰釉と石灰タルク釉が圧倒的に多い。

低火度彩釉は、中国の唐三彩の倣製で、我国最古の彩釉であり、鉛丹( $Pb_3O_4$ )と珪石や( $SiO_2$ )を使って800°C前後で焼成するもので、釉は珪酸鉛ガラスを構成する。

三彩は白・緑・褐色の三様で赤と藍色は含まれていない。白は白泥の化粧掛で、緑は酸化銅又は緑青を、褐色は酸化クロムと二酸化マンガン等を顔料に使用したことが考えられる。これらの彩釉陶は奈良三彩として正倉院に残されている。

アルカリ石灰ガラスや陶磁器釉は、組成中の珪酸( $SiO_2$ )の割合が多くなれば、熔融ガラスは流動性が減少する。陶磁器釉では石英( $SiO_2$ )の量を若干増加させ、同時にアルミナ( $Al_2O_3$ )を少量へらすために、長石の量をやや減少させ、石灰石( $CaCO_3$ )の量を少量ふやすことで、釉を調整し、透明釉を乳濁釉に変えることが出来る。又、透明釉に骨灰( $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ )・酸化錫( $SnO_2$ )・ジルコン( $ZrSiO_4$ )・酸化チタン( $TiO_2$ )のような乳濁剤が5~10%添加されると乳濁釉となる。

吉野ヶ里遺跡のガラス製管玉は、やや透光性を欠く水色がかった青磁色の半失透ガラスであり、その呈色は砧(きぬた)青磁に似ている。陶磁器釉では、透明釉と乳濁釉に夫々同じ量の着色金属酸化物が添加されても、焼成後の呈色は異なる。例えば、酸化焙焼成の場合、透明性石灰釉に3~5%の酸化銅が添加されると、緑系の織部調となり、乳濁釉では、銅青磁となる。還元焙焼成の場合、透明性石灰釉に1~3%の酸化銅が添加されると、赤系の辰砂となり、乳濁釉では均窯となる。

吉野ヶ里遺跡の古代ガラスは、正倉院のガラスと同様に、青藍色の小玉は顔料として約3~5%の酸化コバルトが添加されて熔融したアルカリ石灰ガラ

スであり、青緑色のガラス製管玉は、顔料として約3～5%の酸化銅が添加された半失透珪酸鉛ガラスと推定され、シリカのやや多い半失透ガラスか、又は失透剤として骨灰等が少量添加されたか、又は風化による影響とも考えられる。

平安時代の陶磁は奈良期の継続で、その主流は須恵器の焼成であった。低火度彩釉は、奈良期の三彩から褐色釉が退化し、二彩となり、末期には彩釉は衰退した。鎌倉時代は尾張美濃が窯業の中心であった。

平安後期から室町時代にかけて灰釉陶が、常滑・丹波・信楽その他で盛んとなった。鎌倉から室町時代にかけて中国の宋時代の陶磁や朝鮮の高麗陶磁の影響が見られ、瓶子・水注・香炉等の新形が生れ、又、青磁がつくられた。室町時代の後期には、それ迄とは作風の異った様式の陶器即ち茶陶が美濃や備前、更に京都の窯で焼かれた。文禄・慶長の役後、朝鮮から渡来した陶工団によって盛んとなった唐津・上野・高取・さつま・萩焼等は江戸時代前期の陶器として知られる。

日本の焼物は、須恵器・緑釉・唐三彩・尾張瓷器・鎌倉の古瀬戸等、常に大陸伝来の手法・様式を受けて、その都度新しい発展を遂げて来たのである。

江戸時代になると、製陶地は全国に波及し、殊に西日本の各地で陶窯の発達が顕著であった。朝鮮から導入した連房割竹式登窯の普及によって量産態勢が確立された。室町迄の焼物の文様・装飾が彫り文様ないし型押し文様を特色としていたのに対し、江戸時代になって染付・赤絵・錦手等の絵付装飾技術が登場し、装飾分野の主流を占めるようになった。

日本で最初に磁器が焼かれたのは17世紀の初頭である。朝鮮から渡来した陶工団により有田泉山の磁石を原料にして磁器が創成された。色絵磁器は、中国の技術を基礎にして有田で開発され、九谷や京都でも普及した。色絵磁器に用いられる絵具は、白玉（フリット）と呼ばれる珪酸鉛ガラスに着色金属酸化物を少量添加し、調合細摩した後、膠等の接着剤を使って、本窯で焼成した磁器に絵付けする。これをマッフル炉又は電気炉で750℃～760℃位に焼付ける。

白玉（上絵フリット）の調合として、珪石40%、

鉛丹40%、硝石(KNO<sub>3</sub>)10%、長石10%があり、その組成は、SiO<sub>2</sub> 46%、PbO 47%、K<sub>2</sub>O 7.0%、Na<sub>2</sub>O 0.2%となる。

硝石はガラス熔融の際、泡消し剤の役目を果たすと同時に、ガラスの融点を下げる媒溶剤でもある。今日では、硝石や長石の代りに、炭酸カリウム(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)や炭酸ナトリウム(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)が用いられる。珪酸鉛ガラスは軟化温度が低い。熱膨脹率も比較的 low、熱加工性がすぐれている。屈折率が高く、表面が滑らかで、光沢がよく、失透しにくい。着色金属酸化物等の顔料が焼成によってよく溶け、鮮かな呈色をする。耐水性にすぐれる等の特色があり、古代ガラスだけでなく、光学ガラス、細工用ガラス、三彩釉、七宝釉、フリット釉、アルミ珪瑯、色絵磁器の白玉等に利用されている。

1800年代、英国マンチェスターの窓ガラスは、オートクレーブ試験、熱水による耐水性試験にすぐれていたとの報告がある。英国マンチェスターの窓ガラスは珪酸鉛ガラスで、その組成は、SiO<sub>2</sub> 47.10%、PbO 41.25%、K<sub>2</sub>O 7.80%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.12%、Na<sub>2</sub>O 0.46%、CaO 1.28%、その他である。

現代の高級カット用珪酸鉛ガラスの組成として、SiO<sub>2</sub> 42%、PbO 48%、K<sub>2</sub>O 7%、Na<sub>2</sub>O 3%、が報告されて居り、いずれも、色絵磁器の白玉(フリット)の組成に酷似していて興味深い。

以上、今からおおよそ2000年を遡る弥生時代に、アルカリ石灰ガラスが西アジアから、更に中国から珪酸鉛ガラスが我国に渡来し、弥生後期に須恵器、奈良時代に三彩陶、江戸時代に朝鮮から磁器、更に色絵磁器が中国より渡来した。17世紀初頭、我国初の磁器が創成され、色絵磁器が中国の技術を参考にして1643年頃、有田で開発され、今度は色絵磁器が海路を経て、ヨーロッパに波及した。2000年にわたる、悠久の歩みと共に、陶磁・ガラスの国際文化交流が、壮大なスケールで展開されて来たのである。

〔参考〕ガラス工学ハンドブック 朝倉書店

日本の古代ガラスセラミックス 1976—10

正倉院のガラス、セラミックス 1976—11

珪酸塩鉛ガラス セラミックス 1980—4

陶磁器の装飾技術 窯技社

原色日本の美術（正倉院）小学館

陶芸 日本美術大系

## 技術アドバイザーの活用について

中小企業の行う新製品・新技術の開発を促進し、生産加工技術の向上を図るために、県では、昭和56年度から毎年「技術アドバイザー指導事業」を実施しております。中小企業の皆さんこの制度を積極的に活用して、企業発展のために役立ててください。

なお、この制度は次のとおりです。

### (技術アドバイザー制度とは)

技術改善によるコストダウンや品質向上及び新製品開発、新技術開発に取りくもうとしている中小企業に対して、技術アドバイザーを県が派遣することによって、問題の解決を図ろうとする制度です。

### (技術アドバイザーは)

技術に関する豊富な知識と経験をもっている人で、例えば、技術開発に20年以上携わってきた人や大学の教授、技術士として8年以上の経験者などです。

### (対応できる技術分野)

機械、金属、電子、化学、食品、工芸、デザイン、窯業及び排水処理その他です。また指導内容は次の範囲です。

- 生産技術：新製品開発、新技術開発、生産技術改善その他
- 管理技術：品質、工程、保安管理技術その他

### (指導の方法)

中小企業者からの指導依頼に対して、工業試験場及び窯業試験場で、その技術に対応する適切な技術分野のアドバイザーを選定して、直接生産現場に派遣して技術指導を行います。工業試験場及び窯業試験場は、この事業が円滑に推進できるよう技術的支

援を行います。なお、技術アドバイザーは企業の秘密を厳守します。

### (指導日数)

1企業当たり年平均7日間とします。

### (指導に伴う費用)

指導経費は無料です。

### (受け付け期間)

毎年4月以降、いつでも受け付けます。

### (申込先)

下記のいずれかに申込み下さい。

- 佐賀県商工振興課  
佐賀市城内1丁目1-59 TEL (0952) 24-2111
- 佐賀県工業試験場  
佐賀市鍋島町八戸溝114 TEL (0952) 30-8161
- 佐賀県窯業試験場  
西松浦郡有田町中部田ノ平乙3100-0-5  
TEL (09554) 3-2185

### (その他)

技術アドバイザー派遣依頼申請書は上記各所に用意しております。その他、技術アドバイザー制度についての疑問点は、上記各所におたずねください。

## お知らせ

## 使用料及び手数料の改正

この度、消費税法が創設され、平成元年4月1日から試験場において、機械使用及び各試験手数料に対しても、3%の消費税が課税されることになりました。

各受付窓口には手数料及び使用料の新・旧表が、ありますので、お確めのうえ受付をされるようお願いいたします。

## 試験場職員の人事異動

～異動 平成元年4. 1付  
退職 元成元年3. 31付

### 工業試験場

#### 転入

次長 総務課長事務取扱  
永淵 清俊 (広報公聴課)

#### 昇任

専門研究員 金属研究室長 事務取扱  
山田 正 (金属研究室長)

専門研究員 電子技術研究室長 事務取扱  
持永晋一郎 (電子技術研究室長)

機械研究室長 松隈 博 (特別研究員)

無機・化学研究室長 秀島 康文 (特別研究員)

主査 木村 啓子 (主 事)

#### 退職

中島不二夫 (次長 総務課長事務取扱)

### 窯業試験場

#### 採用

技師 関戸 正信 県立有田窯大研究科卒

#### 転入

場長 大槻 真一 工技院 大工試研究室長

主査 光田 喜美 武雄県税事務所

#### 昇格

特別研究員 勝木 宏昭 技師

#### 転出

黒髪少年自然の家 主査 岩本 保子

財団法人佐賀産業技術情報センター総括研究委員

#### 退職

中村 正也 場長