

三重県窯業試験場年報

昭和54年度 (Vol.14)

三重県窯業試験場

正 誤 表

	誤	正
4P	(3) 組織と業務分担上から8行目 試験課 技 師 青島忠義 " 服部正明	試験課 主任技師 青島忠義 技 師 服部正明
5P	歳出上から4行目 総 務 費 0 0 0	総 務 費 2,000
6P	表1 化学成分9番目 <u>Ma₂ O</u>	<u>Na₂ O</u>
37P	左側上から二行目 梅 竹 模 様	梅 竹 文 様
50P	(2) 展示会、研究報告会、講演会 内容3行目 講 師 栖戸 茂	栖戸 茂

目 次

ま え が き	2
1. 概 要	3
2. 試 験 研 究	6
(1) 景德鎮磁器坏土の試験結果	6
(2) 耐熱磁器質素地の研究	11
(3) 新半磁器の研究	14
(4) 釉と素地の適合性について	19
(5) 陶磁器焼成管理技術の研究指導	26
(6) 焼成管理技術の指導	30
(7) 試 作 研 究	33
(8) 土鍋文様の試作研究	37
(9) ガス窯による灰釉の加飾研究	40
(10) 対応研究（A）	42
(11) 対応研究（B）	47
(12) 依頼研究の指導	48
(13) ゼーゲル錐の生産と品質管理試験	48
3. 依頼試験，設備利用	49
4. 技術相談指導	49
5. 講習会，研究報告会，審査	50
6. 研修生の指導	51
7. 新 設 機 器	51

ま え が き

今年度、業界をとりまく環境として、燃料の高騰や輸出の不振等きわめてきびしい状況が続きました。

先行きについては、石油ガス電力料金の値上げの影響が暫時末端まで浸透することなどから、不透明感が強まっており、企業の設備投資、個人消費もやや慎重さが感じとられます。

国際化の一層の進展、資源エネルギーの不安定に対応するため、独特の技術力、開発力をもって、実質的な努力の積みかさねこそが、今さらのように強く望まれる時代となってきました。

これらの状況をふまえ、当年度は、国庫補助により、技術指導施設について充実を図るとともに、燃料の消費節減を目途に積極的に技術指導を実施しました。またデザイン開発等を図るため、講習会講演会展示会開催等について、問題点の解決、生産性向上等を主眼に、きめ細かく推進いたしました。

主要業務の年報刊行に当り、成果が関係業界の参考となり、技術向上に役立つことを期待し、かつ各位のご批判とご鞭撻をお願いいたします。

三重県窯業試験場長

中 崎

慧

1. 概 要

(1) 沿 革

明治 42 年 4 月	津市に三重県工業試験場窯業部として設置
昭和 元 年 12 月	三重県工業試験場四日市分場として、四日市市東阿倉川 224 番地に開設
昭和 9 年 4 月	三重県窯業試験場として独立
昭和 14 年 1 月	阿山郡阿山村丸柱に伊賀分場開設
昭和 20 年 6 月	戦災により本場建物、設備の全部を焼失
昭和 22 年 9 月	仮庁舎により業務一部開始
昭和 35 年 3 月	旧庁舎完備
昭和 37 年 3 月	国庫補助金（技術指導施設補助金）をうけ機器類設置
昭和 43 年 2 月	四日市市東阿倉川町 788 番地に新庁舎建設着工
昭和 44 年 3 月	新庁舎落成
昭和 44 年 3 月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ開放試験室設置（第 2 回）完了
昭和 45 年 3 月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第 3 回）完了
昭和 50 年 3 月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第 4 回）完了
昭和 55 年 3 月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第 5 回）完了

(2) 敷地と建物

A 本 場

敷 地	11,307 m ²
建 物	2,810 m ²

〔内 訳〕

本 館	鉄筋コンクリート造 2 階建	1,433 m ²
試 作 棟	鉄 骨 平 屋 建	413 m ²
調 土 棟	鉄 骨 平 屋 建	455 m ²
窯 場	鉄 骨 平 屋 建	196 m ²
原料置場	鉄 骨 平 屋 建	103 m ²
変 電 室	鉄 骨 平 屋 建	59 m ²
車 庫	鉄 骨 平 屋 建	29 m ²
そ の 他（ボイラー室、プロパン倉庫、渡廊下等）		122 m ²

B 分 場

敷 地	423 m ²
-----------	--------------------

建 物	281 m²
〔内 訳〕	
本 館	木 造 平 屋 建 269 m²
そ の 他	(倉 庫 , 便 所) 12 m²

(3) 組織と業務分担

昭和55年8月1日現在

所 属	職 名	氏 名	業 務 分 担
	場 長	中 崎 慧	総 括
庶 務 課	庶 務 課 長	水 谷 守	1. 予算経理, 庶務一般 (ゼーゲル錐の販売を含む)
	主 任 主 事	山 田 満寿子	
	用 務 員	古 市 美智子	
試 験 課	試 験 課 長	林 君 也	1. 依頼試験(化学的試験, 物理的試験)
	主 査	平 賀 豊	2. 窯業公害対策の研究指導
	技 師	青 島 忠 義	3. 原材料と副材料の応用研究
	〃	服 部 正 明	4. 陶磁器原料の品質管理の対策指導
	〃	伊 藤 隆	5. 海外研修生の指導
研 究 室	研 究 室 長	熊 野 義 雄	1. 素地釉薬の試験研究
	主 任 技 師	水 谷 了 介	2. 新製品の開発研究
	技 師	三 宅 清 路	3. 製造技術に関する研究指導
	〃	佐 波 平三郎	4. デザインの研究指導
	〃	国 枝 勝 利	5. ゼーゲル錐の管理と生産
	〃	熊 谷 哉	6. 研修生の指導及び海外研修生の指導
	〃	小 林 康 夫	7. 依頼試験(物理的試験)
	〃	伊 濱 啓 一	
	臨時労務員	水 谷 麗 子	
伊 賀 分 場	分 場 長	岡 森 良 次	1. 伊賀焼のデザイン, 素地釉薬の研究指導
	主 任 技 師	谷 本 藤四郎	2. 依頼試験(試作, 加工, 物理的試験)
	技 師	北 川 幸 治	

(4) 予 算

歳 入

(単位：円)

科 目	金 額
使 用 料 及 び 手 数 料	2,426,000
財 産 収 入	941,000
諸 収 入	180,000
計	3,547,000

歳 出

(単位：円)

科 目	商 工 費	総 務 費	計
賃 金	924,000		924,000
報 償 費	1,790,000		1,790,000
旅 費	1,083,000	000	1,085,000
耐 用 費	6,070,000	156,000	6,226,000
役 務 費	528,000		528,000
委 託 費	813,000		813,000
使用料および賃借料	158,000		158,000
原 材 料 費	234,000		234,000
備 品 購 入 費	100,000		100,000
計	11,700,000	158,000	11,858,000

(注) 人件費を除く。

2. 試 験 研 究

(1) 景德鎮磁器坏土の試験結果

試験課 林 君也 平賀 豊
青島忠義 伊藤 隆
服部正明

1. ま え が き

昭和55年2月、四日市万古陶芸協会は、友好訪中団を結成し、景德鎮の陶磁器産業の実態調査をおこなった。その際、現地で使用されている磁器坏土を収集したので帰国後試験をおこなった。以下にその結果を報告する。

2. 試 料

供試試料は3種あるのでA、B、Cの記号を付した。いずれも灰黄白色を呈するが、Aはやや黄色味が強い。Aは並食器用、Bは白磁用、Cは大形彫塑用で、可塑性はいずれも良好である。

る。現地では重油窯を使用し、1,300℃で還元炎焼成している。本実験では同様の焼成条件は採用できなかったが、炭化けい素発熱体の電気炉を使用し、1,200、1,250、1,300、1,350℃の各温度で焼成した。昇降温度は5℃/minとし、各最高温度で1時間保持した。生試料は十分に風乾して、それぞれの試験に供した。

3. 化学成分

風乾試料について化学分析をおこなった結果を表1に示す。

表1 化 学 分 析 値 (%)

試料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Ig. Loss
A	59.16	26.74	1.76	0.34	0.48	0.07	tr.	2.62	0.88	7.87
B	69.12	20.14	0.95	0.51	0.52	0.08	tr.	2.52	1.16	5.01
C	69.50	20.51	0.79	0.28	0.28	0.04	tr.	2.72	1.02	4.65

4. 鉱物成分

自記X線回折装置を用いて、生および焼成試料の鉱物成分の同定をおこなった。X線回折の主要条件はCu K α , 35 kV, 15 mAである。結果を図1、図2、図3に示す。坏土は主として石英、カオリナイト、セリサイトからなり、それに少量のソーダ長石、カリ長石を含む。A

坏土はB、Cに較べて石英の含有量が少なく、カオリナイトの含有量が多い。焼成物の場合、Aはムライトの生成が特に顕著であり、1,250℃焼成の場合コランダムの生成が少量認められた。AおよびBの焼成物には白榴石の生成が認められた。

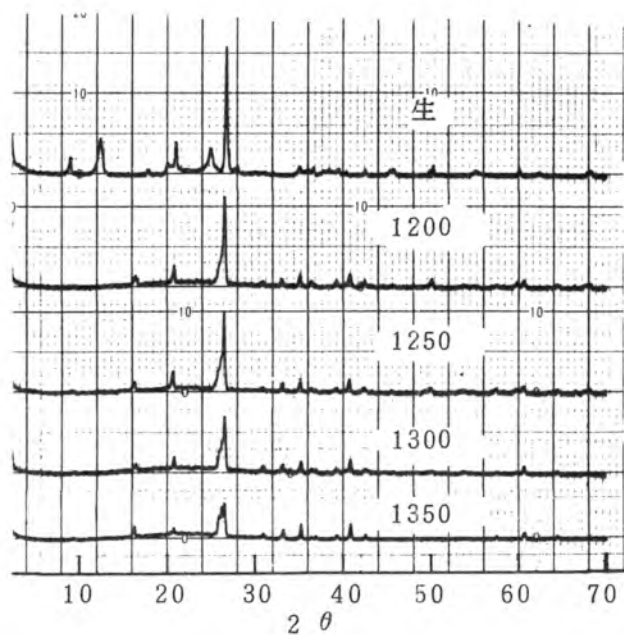


図 1 試料 A の X 線回折図

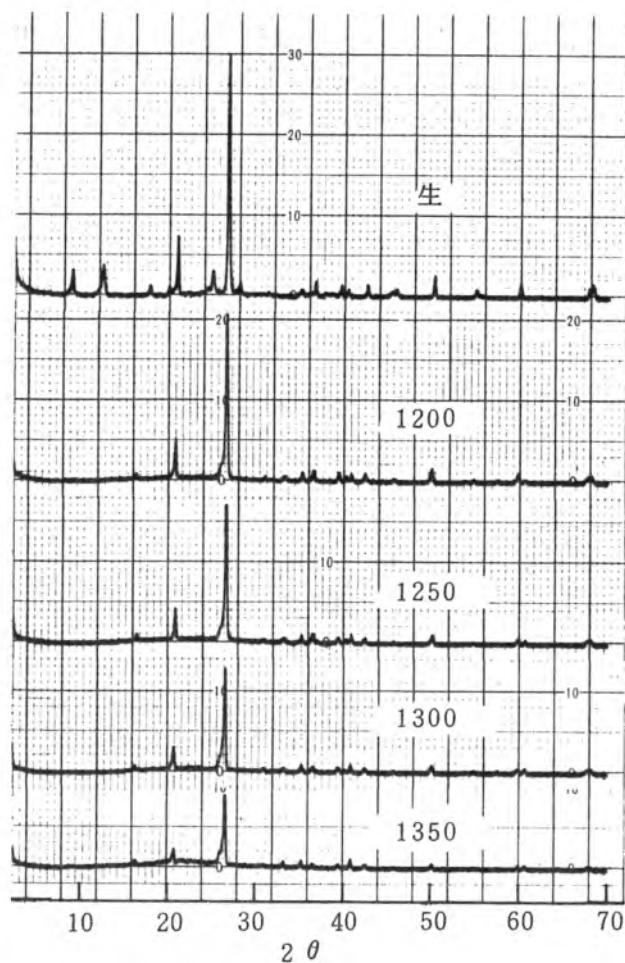


図 3 試料 C の X 線回折図

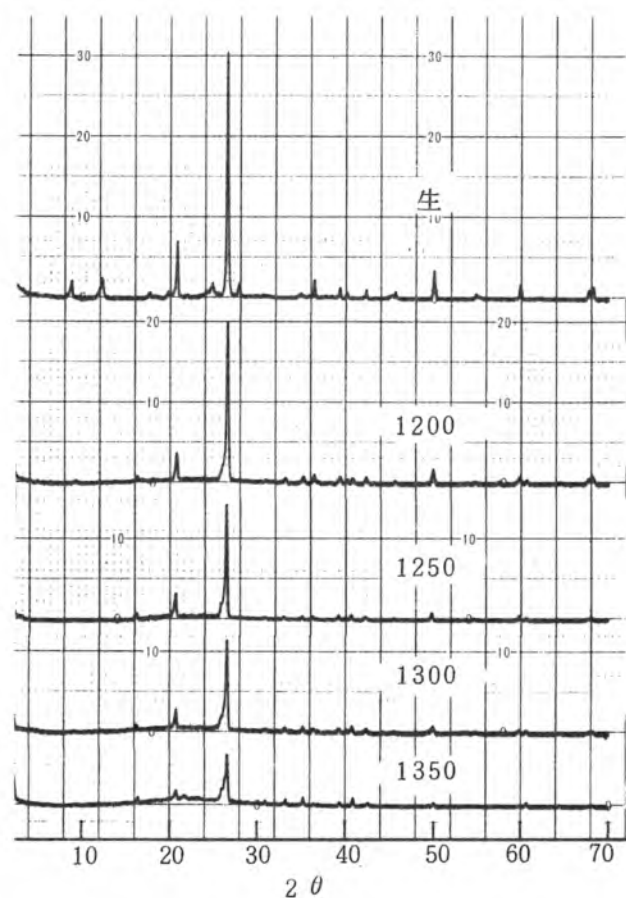


図 2 試料 B の X 線回折図

5. 示差熱分析

良く風乾した試料を用い、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ の昇温速度で測定した。試料量は約 500 ㎎、中性試料は $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 500 ㎎、試料容器は白金製で、ベリリア製ブロック中に入れて用いた。結果は図 4 に示すとおりである。

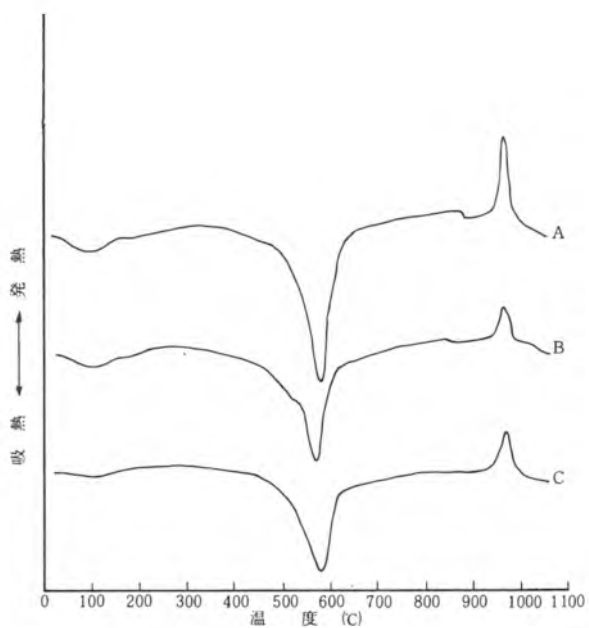


図 4 示差熱分析曲線

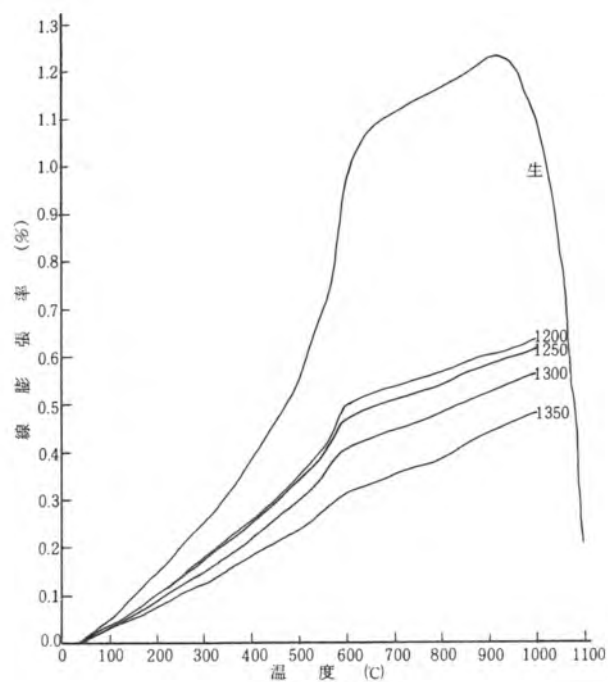


図 6 試料 B の熱膨張曲線

6. 熱膨張率

試料は直径 5 mm, 長さ 50 mm の丸棒に仕上げ, 昇温速度は $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で測定した。

結果は図 5, 図 6, 図 7 に示すとおりである。

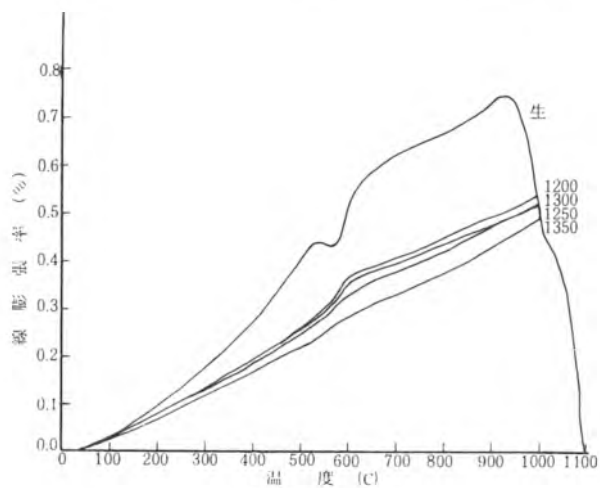


図 5 試料 A の熱膨張曲線

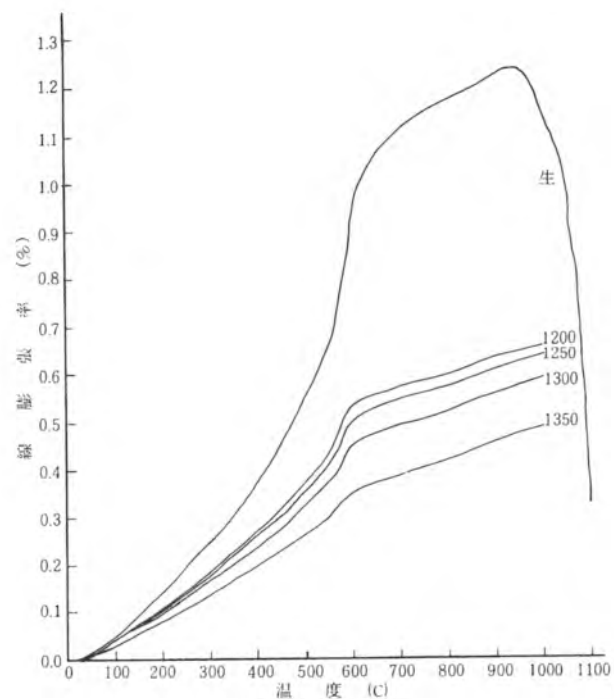


図 7 試料 C の熱膨張曲線

7. 焼成収縮率・吸水率

焼成温度と焼成収縮率，吸水率との関係は表 2 のとおりである。

表 2 焼成収縮率・吸水率

試料	焼成温度(℃)	焼成収縮率(%)	吸 水 率(%)
A	1200	6.6	10.5
	1250	7.8	7.3
	1300	9.7	4.6
	1350	9.8	1.2
B	1200	7.4	3.1
	1250	8.1	0.1
	1300	7.9	0.0
	1350	6.2	3.4
C	1200	7.5	3.7
	1250	8.6	0.4
	1300	9.0	0.0
	1350	7.2	2.6

(2) 耐熱磁器質素地の研究

研究室 国 枝 勝 利

1. まえがき

現在、当四日市で生産されている土鍋は吸水率が10%余りあり、そのために素地強度が小さいこと、釉に最初貫入がなくとも、素地の水和膨張によりいずれ貫入が発生する事等の欠点がある。反面陶器質のため、低熱膨張である事と相俟って耐熱衝撃性が優れている長所がある。本研究は焼成温度1,200℃付近と現業の土鍋素地の焼成温度近くで吸水率が0又は0に近い磁器質（炻器質）の素地を作製し、上記欠点を改善するための基礎試験である。

2. 実 験

2.1 予備試験

数種の木節、蛙目粘土とペタライトの等量混合物を手おこし成形し、1,150～1,250℃で焼成した。これはペタライトは普通焼成過程で、1,100℃で β -スποジューメン固溶体に転移するが、時には準安定相の β -石英固溶体に転移し

た後に β -スποジューメン固溶体に転移する場合があり（特に現業の土鍋地には、この β -石英固溶体が多量に存在し、異常な低熱膨張を示すことがある）、さらに β -石英固溶体の熱膨張が β -スποジューメン固溶体よりかなり低いことから、 β -石英固溶体の晶出状態を調べたものである。しかし、いづれの混合物でも1,200℃以上の焼成温度ではそれまで存在していた β -石英固溶体はほとんど全部 β -スποジューメン固溶体に転移した。従って非常に低膨張の β -石英固溶体を存在させたまま素地を焼結させる方法は、温度の点から困難であることがわかった。そのため今回の素地試験は β -スποジューメン-コージュライト系で行なうことにした。

2.2 実験 I

蛙目粘土、ペタライト、タルク（生）、水酸化アルミニウムを使用し、図1の三角図に従い調査した。表1に調査を示す。

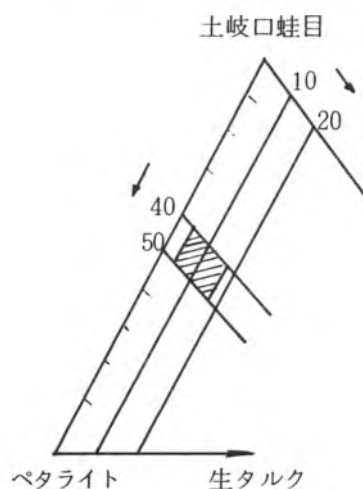


表1. 調 合 度

素 地 番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
土岐口蛙目	54	51	48	45	42	44	41	38	35	32
ペタライト	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50
生タルク	6	9	12	15	15	6	9	12	15	18

素地No.1～10に $Al(OH)_3$ を10%外割添加したものをNo.11～No.20とした。

図1. 調査範囲(////)

この 20 種類の素地を 16 Hr 細磨し、手おこし成形した後 1,175 ~ 1,275℃ で 25℃ おきに焼成した。最高温度保持時間は 30 分である。焼成の結果いずれの素地でも吸水率が 0 % になるには、焼成温度は最低 1,250℃ が必要であること

がわかった。従って目的の温度 1,200℃ 附近に比較し高すぎる。1,250℃ 焼成における素地中の主な鉱物の X 線回折ピークの高さを図 2 に、主なる素地の熱膨張係数を表 2 に示す。

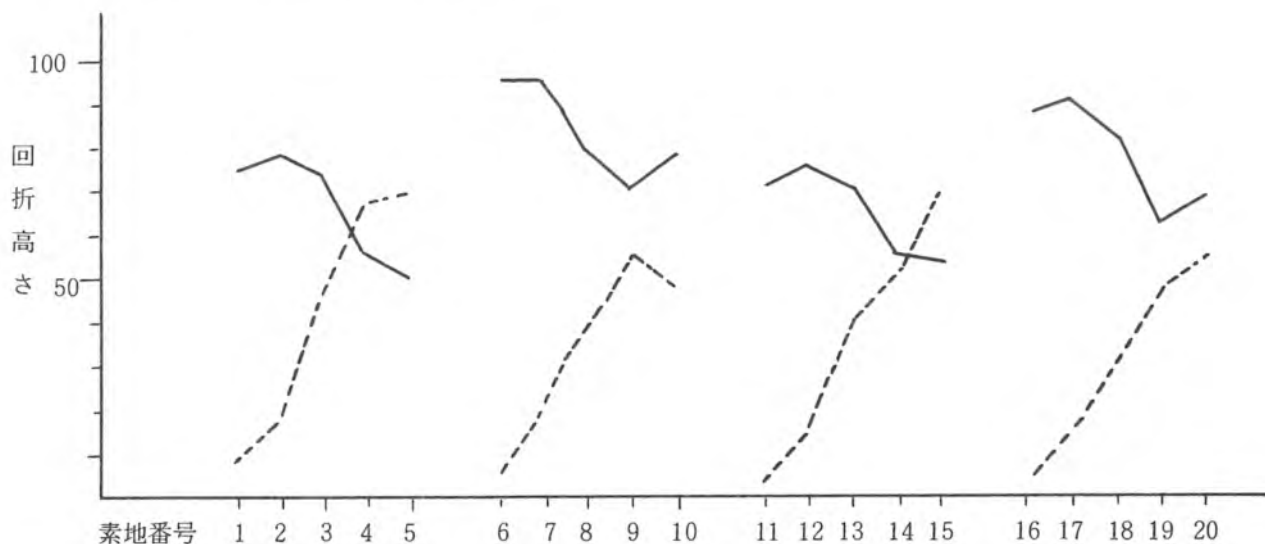


図 2 1,250℃ 焼成素地中の β -スposjumen 固溶体 (— $\text{CuK}\alpha$ 22.9° 2 θ) とコージェライト (---- $\text{CuK}\alpha$ 29.5° 2 θ) の回折ピークの高さ

表 2 1,250℃ 焼成素地の熱膨張係数 (~ 600℃) $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

素地番号	1	2	3	6	7	11	12	13	16	17
	2.37	1.84	1.45	1.72	1.50	2.49	2.39	2.07	1.76	2.12

図 2、表 2 から $\text{Al}(\text{OH})_3$ の添加は熱膨張を高くすること、タルクの多量の添加は β -スposjumen 固溶体の量を減ずる傾向にさせることがわかる。これらの結果をもとに次の試験を行った。

2.3 実験 II

素地の焼結温度を 1,200℃ 近くに低めるため、2.2 で得た熱膨張の低い No. 3 と No. 7 の素地に 2 種類の長石を添加した。調合を表 3 に示す。

表 3 調 合 表

素地番号	3-6F	3-6H	3-7F	3-7H	7-6F	7-6H	7-7F	7-7H
土岐口蛙目	48				41			
ベタライト	40				50			
生タルク	12				9			
福島長石	6	—	4	—	6	—	4	—
平津長石	—	6	—	4	—	6	—	4

これらの素地を2.2と同様に成形し1,175～1,275℃で焼成した。その結果、全素地とも1,200℃で焼結（吸水率0.0～0.9％）した。しかし3-6F、3-6Hは1,250℃で、他は

1,275℃で過焼の状態を示した。これらの素地の熱膨張係数を表4に、X線回折による素地中のβ-スポジュメン固溶体、コージェライト、β-石英固溶体の回折ピーク強度を図3に示す。

表4 熱膨張係数（ $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）～600℃

素地番号		3-6F	3-6H	3-7F	3-7H	7-6F	7-6H	7-7F	7-7H
焼成温度	1,175	3.69	—	3.20	—	3.46	—	3.44	—
	1,200	2.77	—	2.75	—	2.98	—	2.75	—
	1,225	2.41	2.98	2.50	2.72	2.36	3.20	2.42	2.65
	1,250	1.96	—	2.03	—	2.28	—	2.18	—

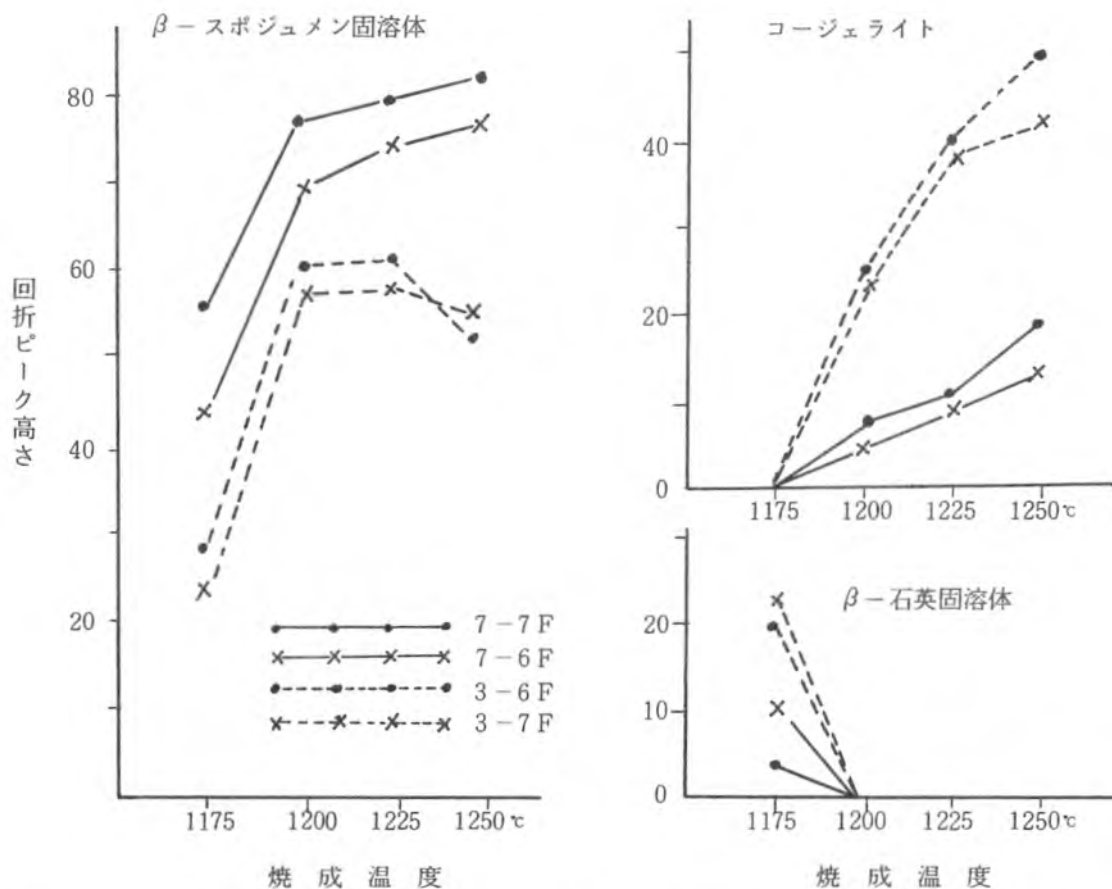


図3 1,175～1,250℃焼成素地中のβ-スポジュメン固溶体、コージェライト、β-石英固溶体（ $19.9^{\circ}\text{CuK}\alpha 2\theta$ ）の回折ピーク高さ

図3からコージェライトは1,200℃から合成され始め、温度上昇と共に増大する。これは表4の熱膨張係数が焼成温度に伴ない小さくなる

原因となる。β-スポジュメン固溶体は1,200℃以上ではほぼ一定量となる。1,175℃で少ないのはβ-石英固溶体が全部β-スポジュメン

固溶体に転移していない為である。表3と表4の比較から長石の少量添加は焼結を促進するが熱膨張はかなり大きくすることがわかる。耐熱衝撃性を測定するため3-7Fと7-7Fにつ

いて $10 \times 2 \times 0.5$ (cm)の試験体をプレス成形し、 $1,230^{\circ}\text{C}$ 焼成したもので加熱-急冷による抗折強度変化を調べた。その結果を比較のため現業の土鍋素地とともに図4に示す。

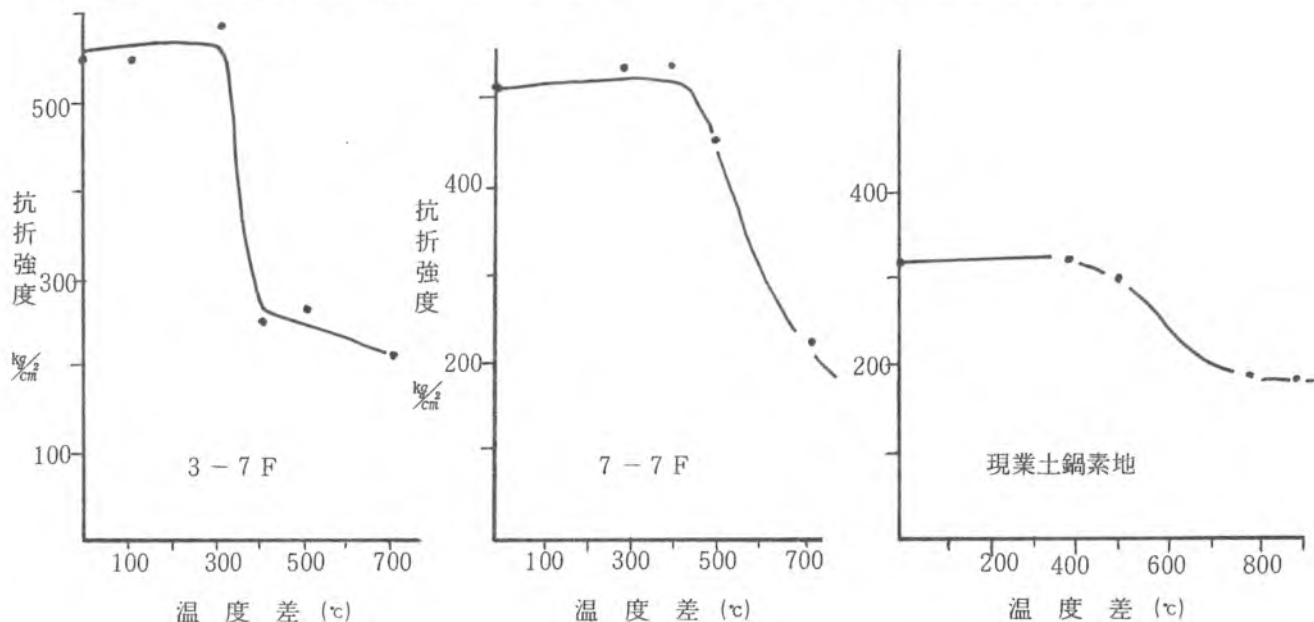


図4 水中急冷による素地の強度変化

図4から、3-7F、7-7F素地とも未処理の強度は現業の陶器質土鍋よりも相当に高いものの、耐熱衝撃による強度変化はより低温で起り、耐熱衝撃性は現業土鍋素地よりも悪いことがわかる。実際、これら素地で6寸深型のなべを成形焼成したものについては、から焼き後急冷すると亀裂が発生する。また長時間水中に漬した後、直ちに加熱すると素地の表面が部分的に剥離する現象が生じた。これら2つの欠点は陶器質の現業土鍋では生じない。前者の欠点の改善には、素地の熱膨張を一段と低くすること、後者の欠点の改善には素地を完全に磁化し、長時間の水中浸漬でも全く吸水を示さぬような素地にする必要がある。しかしこの2点の改良

は今回試験した調合域では困難であり、長石を添加しない、より高温で焼結する素地にする必要があると思われる。

3. まとめ

耐熱磁器(炆器)質素地の基礎試験を行ない、蛙目41~48、ペタライト40~50、タルク(生)9~12、長石4~6%の調合の素地が、 $1,200 \sim 1,250^{\circ}\text{C}$ で焼結し、熱膨張もかなり低い事がわかった。しかしそれでも耐熱衝撃性は十分でなく、他にも欠点を生ずることがわかった。これら欠点の改良には熱膨張を高くする長石を添加しないこと、より完全に焼結させることが必要であろう。

(3) 新半磁器の研究

研究室 国 枝 勝 利

1. まえがき

本研究は現業の半磁器の焼成温度（1,200℃前後よりやや低く、またより焼結の進んだ（吸水率3%前後）半磁器の試作試験で、これにより現業素地と比較して焼成温度低下による省エネルギー、及び水和膨張による経年貫入の危険性を少なくする事を主目的にしたものである。現在の半磁器素地の調合はおよそセリサイトーパイロフィライト系陶石35、カオリン系陶石25、長石類10、木節粘土30wt%である。この素地

よりも低温で焼結を促進させるには、陶石の焼結性の良いものの使用、長石類の添加量の増大及び石灰石の少量添加の方法等が考えられる。本実験では、まずこれら3点の焼結に対する影響を調べ、さらにその中から基本調合を選び、以後の原料置換試験等の基本素地組成を作成した。

2. 実験及び結果

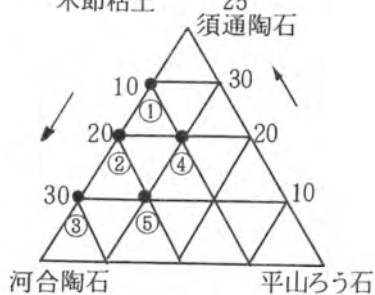
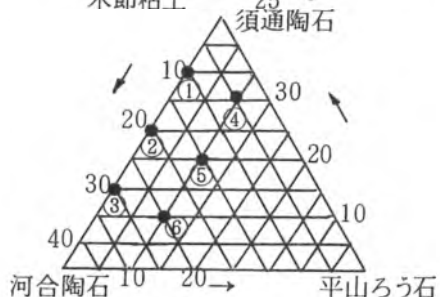
実験に使用した原料は須通陶石1級（岡山県三ツ石）、河合陶石1級、平山ろう石1級（岡

I A 須通陶石、河合陶石、
平山ろう石 合計 45 %
平木カオリン 10 %
滑 陶 石 10
平津長石 10
木節粘土 25 } 固定

II A 須通陶石、河合陶石、
平山ろう石、合計 40 %
平木カオリン 10 %
滑 陶 石 10
平津長石 15
木節粘土 25 } 固定

I A, II BはI A, II Aにそれぞれ
炭石灰石3%外割添加したもの
（調合点は同じ）

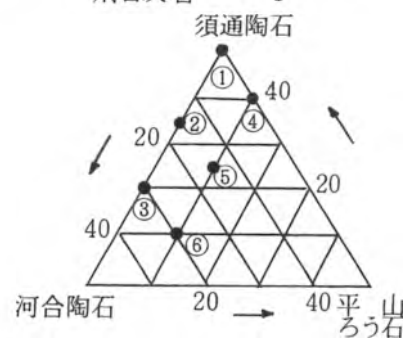
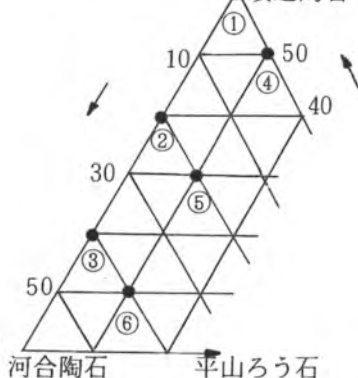
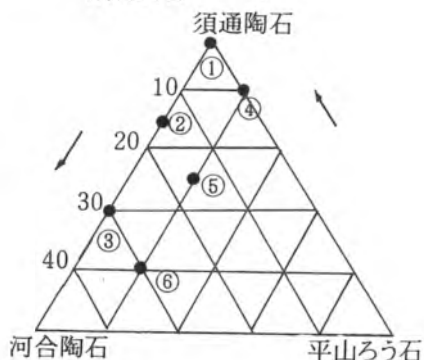
IIIは省略



IV 須通陶石、河合陶石、
平山ろう石、合計 50 %
平木カオリン 10 %
平津長石 15
木節粘土 25
炭石灰石 3 } 固定

V 須通陶石、河合陶石、
平山ろう石、合計 60 %
平津長石 15 %
木節粘土 25
炭石灰石 3 } 固定

VI 須通陶石、河合陶石、
平山ろう石、合計 50 %
平木カオリン 10
平津長石 15
木節粘土 25
炭石灰石 1 } 固定



VIIはVI系中石灰石2%で、
他は同じ。

図 1. 試験素地調合表

山県三ツ石), 平木カオリン1級, 滑陶石, 珉石灰石, 平津長石特級及び木節粘土である。このうち前2者はセリサイト-パイロフィライト系陶石で須通陶石の方が焼結性が良い。

実験した素地の組成範囲を図1に示す。調合は含量1kgをポットミルで湿式粉碎した後, 手おし成形した。焼成は電気炉で最高温度1,140~1,220℃で20℃おきに行なった。最高温度保持時間は30分である。実験は先ずI~V系で行ない, おおよその調合を決め, 次にⅦ,

Ⅶ系で細かい調合決定試験を行なった。

I~V系の結果は次のようであった。ただし焼成結果を全部記載すると繁雑となるので, どの系でも調合①の点の素地についてのみ, その吸水率と乾燥~焼成間の収縮率を図2と図3に示した。その他の調合点の結果は須通陶石が河合陶石, 平山ろう石より焼結性が良いため, 同系列内で①以外の調合素地では, ①よりも吸水率は大きく収縮率は小さいが, 曲線の変化の様子は類似している。

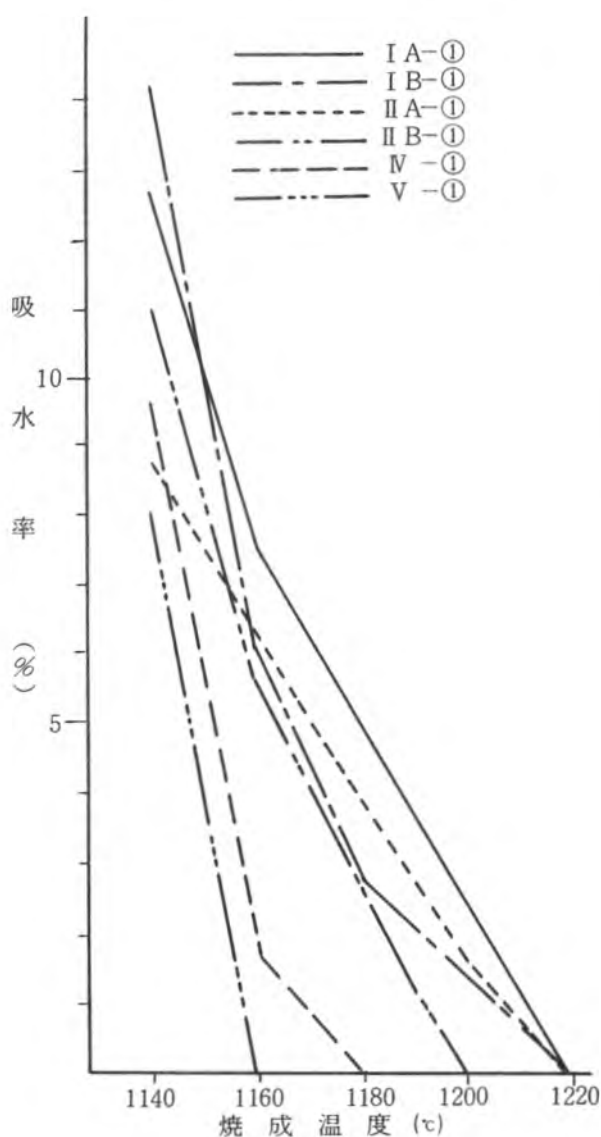


図2 吸水率の焼成温度による変化

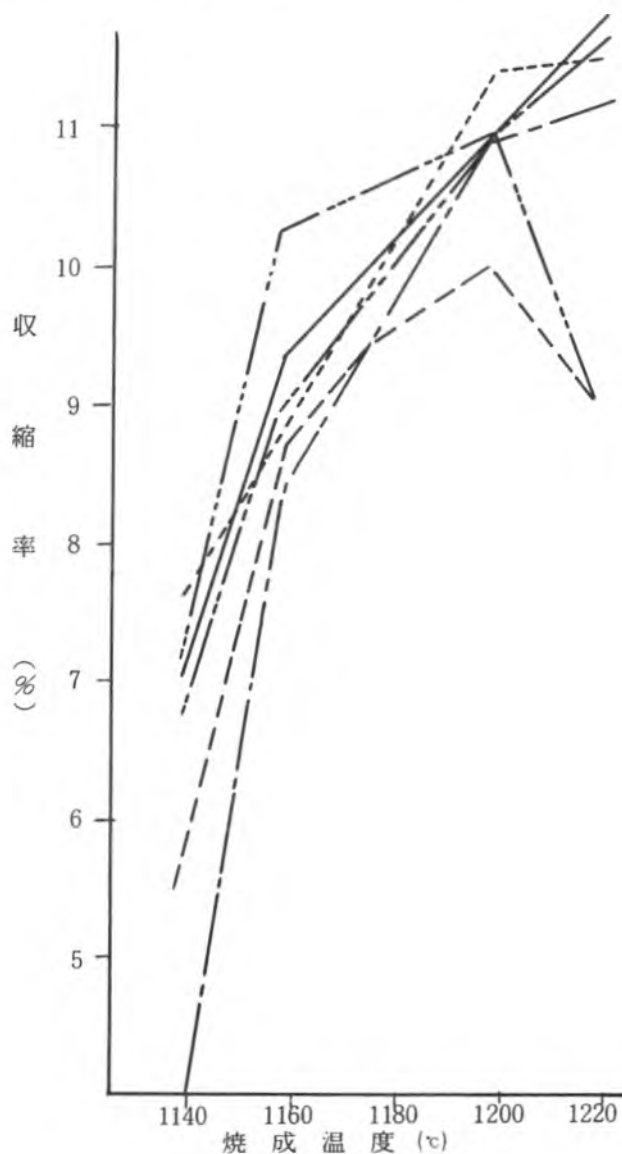


図3 収縮率の焼成温度による変化
(線表示は図2と同じ)

図2から次のことが言える。①石灰石3%の添加は焼結を1,180℃以上では非常に促進させるが、低温(1,140℃)ではむしろ焼結を阻害する。即ち吸水率曲線の勾配が大きく、焼成温度の変化に吸水率が敏感に影響される。これは図3の収縮曲線にも同様の事が言える。よって製品の均一性という点を考慮すると、この急な吸水率、収縮率変化は不利といえる。②石灰石無添加の素地では、焼結の進行がゆるやかで、吸水率の変化の勾配は小さい。焼き過ぎの恐れはないが、吸水率を1,160～1,180℃あたりで3

%前後にするという目的からはやや大きい値を示す。③須通陶石+河合陶石+平山ろう石=50%、平木カオリン10%、平津長石15%、木節粘土25%、石灰石3%のⅣ系が目的に最も近いが、図3で示される様に1,200℃を越えると過焼の状態となる(素地の膨張が起る)

以上の点を考慮して、石灰石添加量を減少させ、吸水率曲線の勾配の改良、過焼が簡単に生じない様にするため、Ⅵ、Ⅶ系試験を行なった。焼成結果を図4と図5に示す。

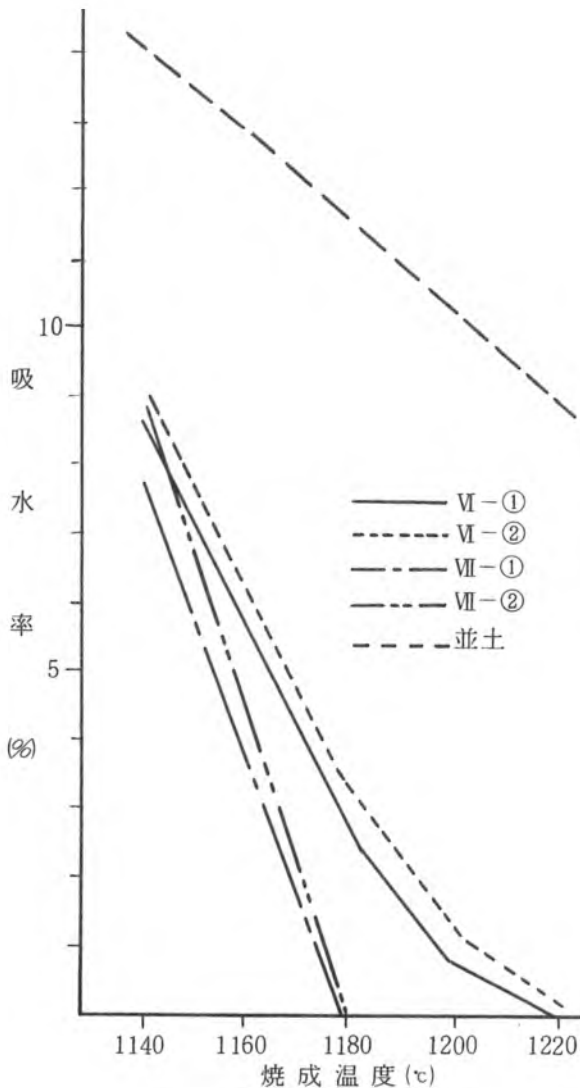


図4 Ⅵ, Ⅶ系吸水率変化

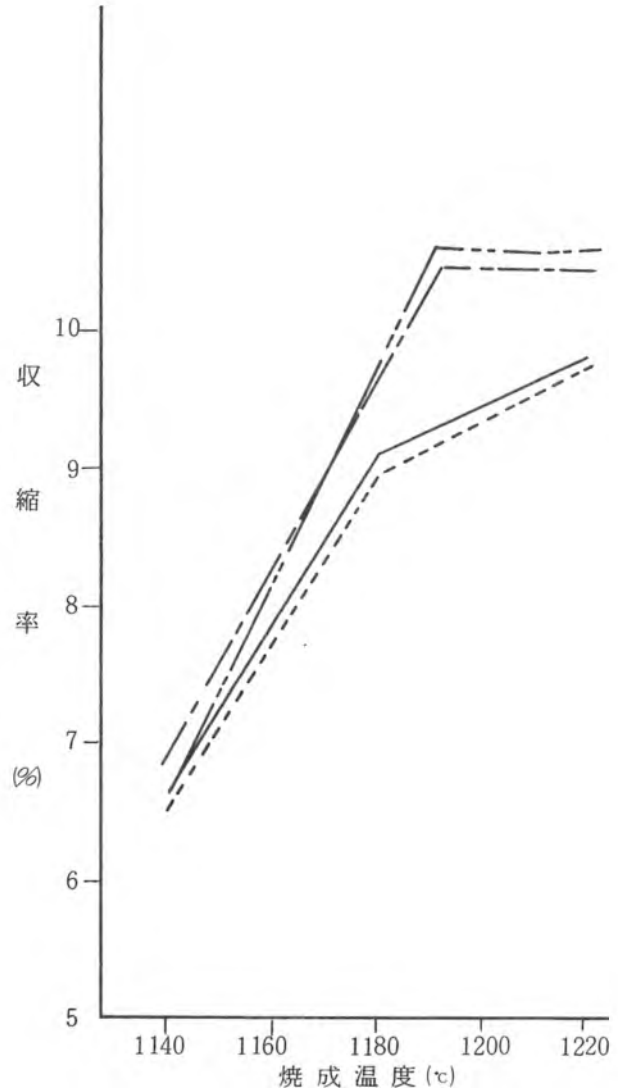


図5 Ⅵ, Ⅶ系収縮率変化
(線表示は図4と同じ)

図4、図5から石灰石のわずかの添加量の変化により、曲線の勾配、焼結温度が相当に差を生ずる事がわかる。図2と図4から吸水率曲線の勾配は、おおよそ石灰石3%添加の素地で8%/20℃（20℃で8%変化する）、2%添加で6%/20℃、1%添加で4%/20℃、0%添加で3%/20℃になる。この様に石灰石が多い場合は曲線の勾配が急となり、焼巾のない管理しにくい素地になる。焼結程度と吸水率曲線から

得られる最良の調合は、Ⅵ-①及びⅥ-②付近か、又は石灰石のやや多い、ⅥとⅦの間（石灰石添加量1.5%）あたりであると言える。

次にオートクレーブ処理（8気圧）による影響をⅥ、Ⅶ系素地と現業の2種の半磁器について比較検討した。水和膨張の大きさはオートクレーブ処理前と後の熱膨張係数（～600℃）の差で示した。これを表1に示す。

表1 オートクレーブ8気圧処理前後の熱膨張測定

試料名	焼成温度 (℃)	処理前の熱膨張 係数 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (～600℃)	処理後の熱膨張 係数 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (～600℃)	熱膨張差 ($\times 10^{-6}$)
Ⅵ - ②	1,160	8.55	7.32	1.23
	1,180	8.40	7.95	0.45
	1,200	8.32	8.32	0.00
Ⅵ - ⑤	1,160	8.36	7.08	1.28
	1,180	8.40	7.84	0.56
	1,200	8.72	8.47	0.25
Ⅶ - ②	1,160	9.13	7.98	1.15
	1,180	9.18	9.18	0.00
	1,200	8.96	8.96	0.00
Ⅶ - ⑤	1,160	8.65	7.78	0.87
	1,180	8.82	8.82	0.00
	1,200	8.81	8.81	0.00
並 土	1,160	8.80	7.56	1.24
	1,180	8.44	7.11	1.33
	1,200	8.50	7.61	0.89
上 土	1,160	8.17	7.01	1.16
	1,180	8.32	7.15	1.17
	1,200	8.43	6.73	1.70

現業素地とは1,160℃焼成では大差はないが、焼結の進んだ1,180℃では現業素地よりかなり小さくなり水和膨張が改善された事を示して

いる。これは焼結が現業素地よりも進み吸水率が小さいためであろう。これらの事からⅥ、Ⅶ系素地は1,180℃付近で焼成するのが経年貫入

には安全で1,160℃ではやや危険となる可能性がある。これは現業の半磁器が1,160℃付近の焼成では経年貫入が生じやすい事から推測できる。

また同じ素地について各焼成温度での鉱物同定をX線回折で行なった。その結果、Ⅶ系では α -石英、ムライトの他にどの焼成温度(1,140～1,220℃)でも少量の灰長石が認められた。一方Ⅵ系では灰長石は検出できなかった。素地中の結晶相が多いと同じ吸水性でも水和膨張が小さくなると言われている。Ⅵ系とⅦ系の吸水率が1,160℃ではほぼ同じなのに水和膨張は後者がやや小さいのは、灰長石の生成により水

和膨張の原因となるガラス相や特に無定型 $Al_2O_3-SiO_2$ が減少するからであろう。

3. まとめ

現業の半磁器よりもやや低温で焼成するための新しい半磁器素地の試験を行ない、陶石(＋ろう石10%)50%、平木カオリン10%、木節粘土25%、平津長石15%、崩石灰石1～1.5%の素地で目的に近い結果を得た。しかしこの素地は焼結が進むと素地色が灰色を帯びる。これは現在の原料事情では改善は無理であるので、素地色の白さを求める場合は、木節粘土を置換して鉄分の少ない可塑性粘土を探す必要がある。

(4) 釉と素地の適合性について

研究室 水 谷 了 介

まえがき

陶磁器製造で釉と素地との適合性如何によって、釉とび、さめ割れ、貫入、等の欠陥が生じる事は知られている。これらについては一般に熱膨張を測定して検討されるが、この他に、細長い板状素地の中央部に釉を融着させた試験体を加熱、冷却させ、両者の熱膨張差から起きる反りから釉の圧縮応力と引張応力を調べる。

Steger の釉張力試験機がある。これを用いて市販半磁器素地に対し、一般に用いられる釉を始め、試作中に欠陥が生じた釉等、数種類の釉について熱膨張を測定し、これらの関係について調べた。

1. 装置の概要と試験体

別図参照、炉は炭化けい素 2 kW の管状炉で、炉内均熱管は 5.0 cm × 18.0 cm である。試験体は

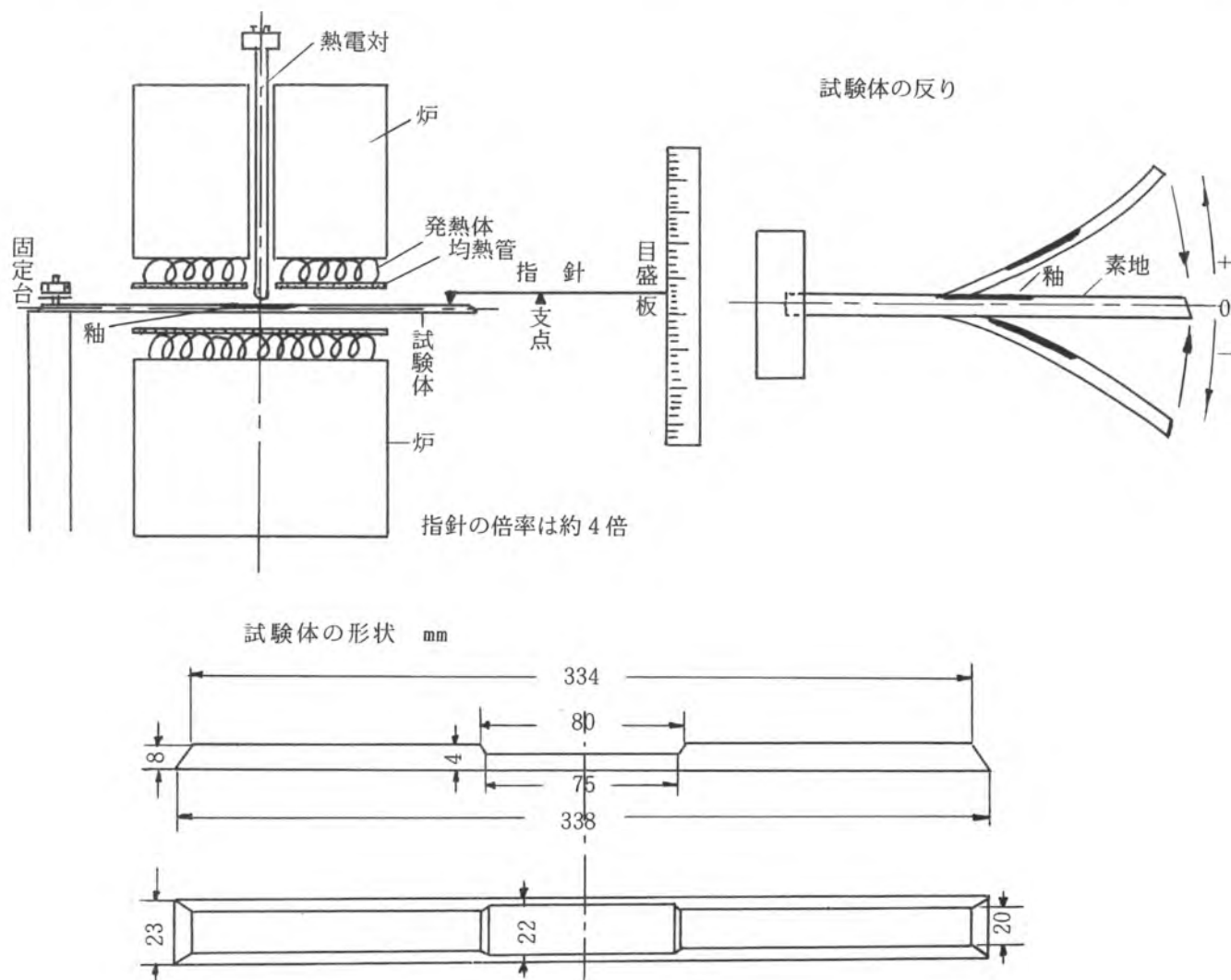


図 1 試験装置の概要

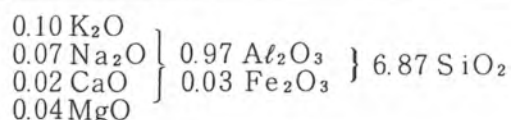
加圧鋳込成形して素焼し、次に示す各釉を、ポ
ーメ度 50°で施釉して S K 6 a で電気炉焼成し
た。またこれらから、高さ11cmの小形一輪差を

同様に作成し、この結果の確認と気圧試験用試
料とした。

表 1

釉No.	種 類	実 験 式	備 考
1	亜 鉛 釉	$\left. \begin{array}{l} 0.25 \text{KNaO} \\ 0.45 \text{CaO} \\ 0.30 \text{ZnO} \end{array} \right\} 0.30 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3.00 \text{SiO}_2$	一般に使用される透明釉
2	乳 濁 釉	亜鉛釉 + ZrO_2SiO_2 10 %	亜鉛釉系乳濁釉
3	無 鉛 フ リ ッ ト 釉	$\left. \begin{array}{l} 0.59 \text{KNaO} \\ 0.41 \text{CaO} \end{array} \right\} 0.43 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \left. \begin{array}{l} 3.61 \text{SiO}_2 \\ 0.03 \text{B}_2\text{O}_3 \end{array} \right\}$	貫入が生じやすい釉
4	バリウムマット釉	$\left. \begin{array}{l} 0.18 \text{KNaO} \\ 0.48 \text{CaO} \\ 0.34 \text{BaO} \end{array} \right\} 0.34 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2.54 \text{SiO}_2$	試作用釉
5	バリウム系黄マット釉	$\left. \begin{array}{l} 0.33 \text{KNaO} \\ 0.23 \text{CaO} \\ 0.44 \text{BaO} \end{array} \right\} 0.35 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3.50 \text{SiO}_2$ + TiO_2 15 %	同 上
6	亜 鉛 マ ッ ト 釉	$\left. \begin{array}{l} 0.20 \text{KNaO} \\ 0.25 \text{CaO} \\ 0.55 \text{ZnO} \end{array} \right\} 0.35 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2.50 \text{SiO}_2$	試作中にさめ割れが生じた釉
7	カオリンマット釉	$\left. \begin{array}{l} 0.20 \text{KNaO} \\ 0.40 \text{CaO} \\ 0.40 \text{ZnO} \end{array} \right\} 0.50 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2.70 \text{SiO}_2$	同 上

半磁器坯土組成



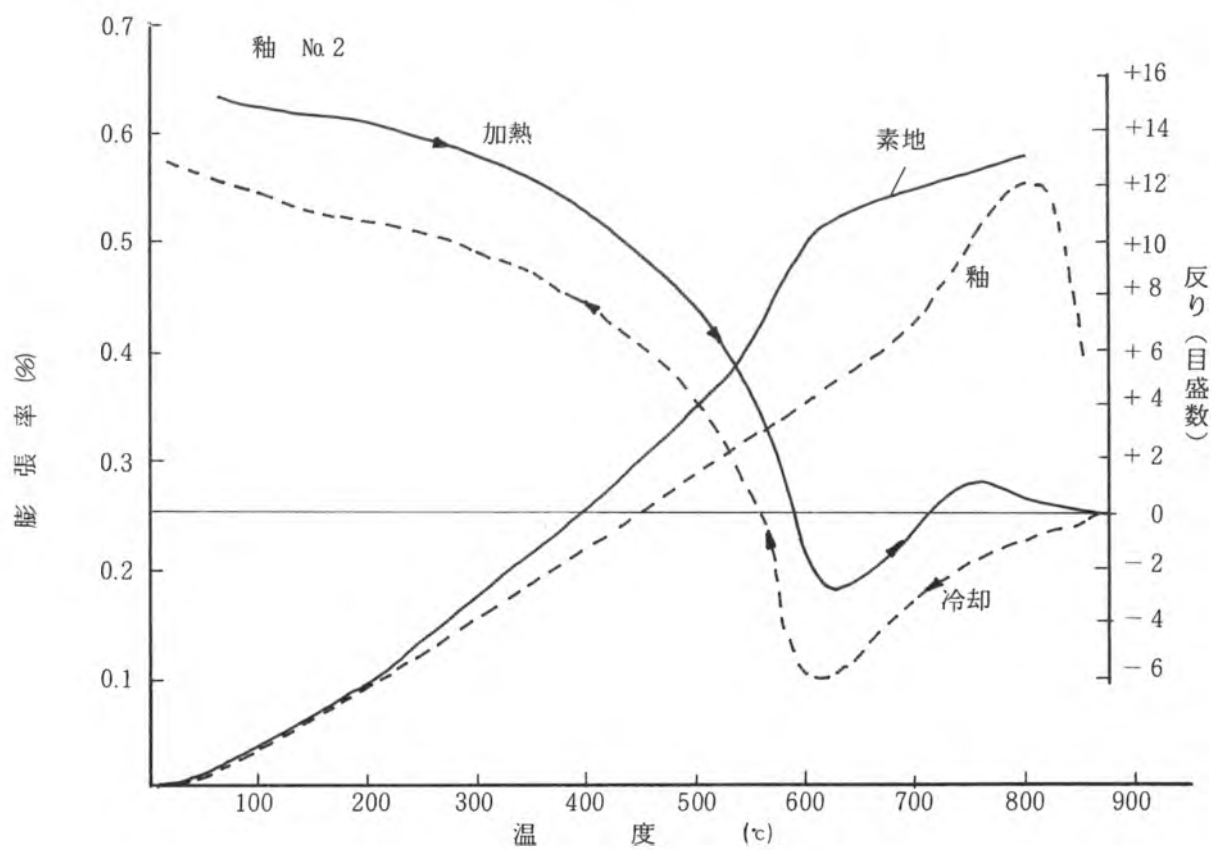
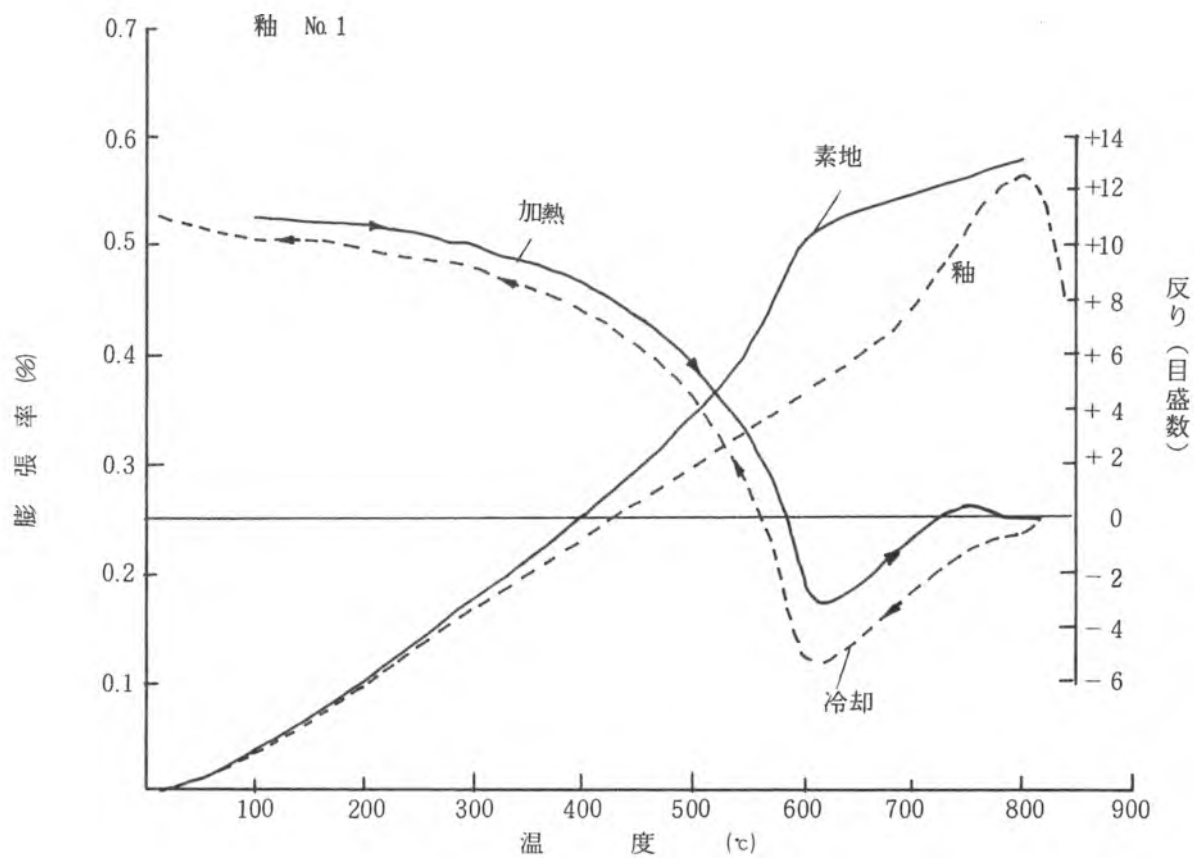
2. 実 験

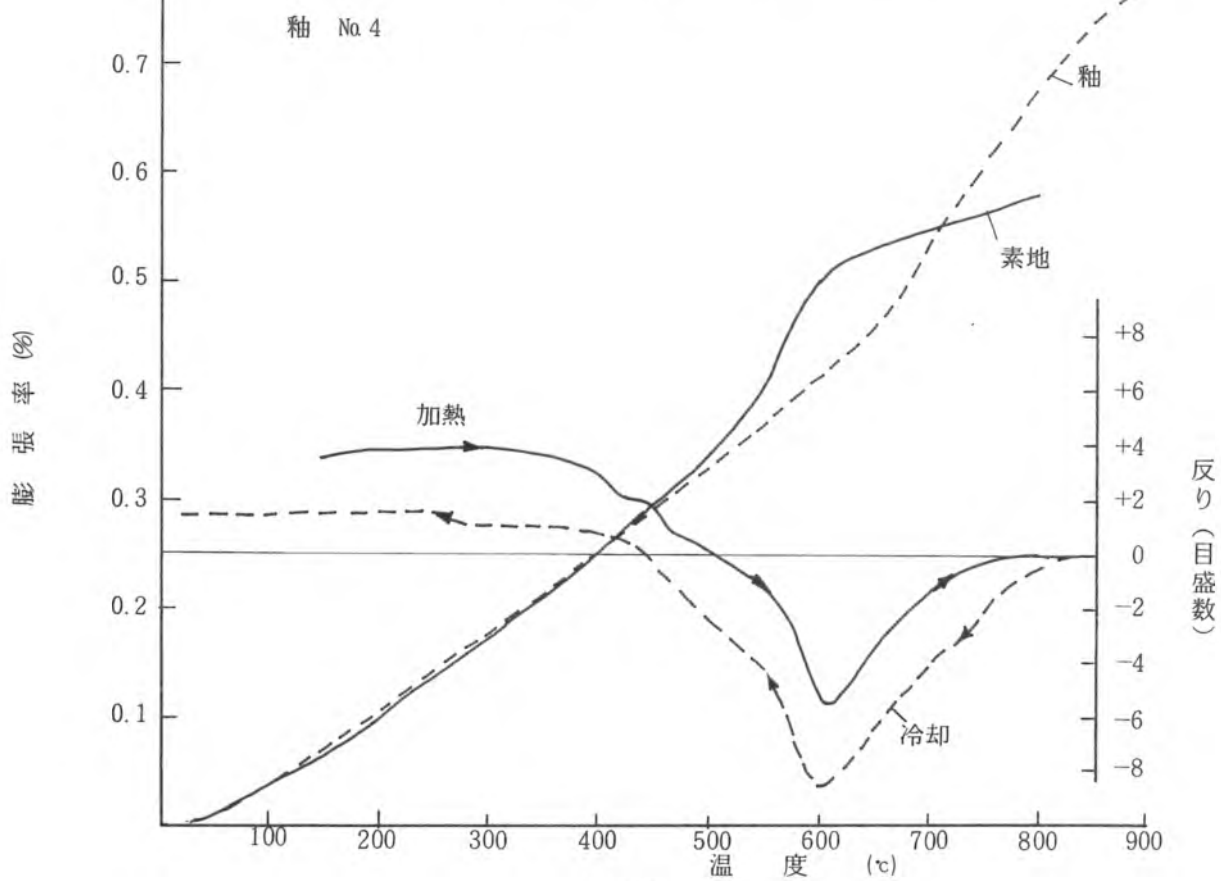
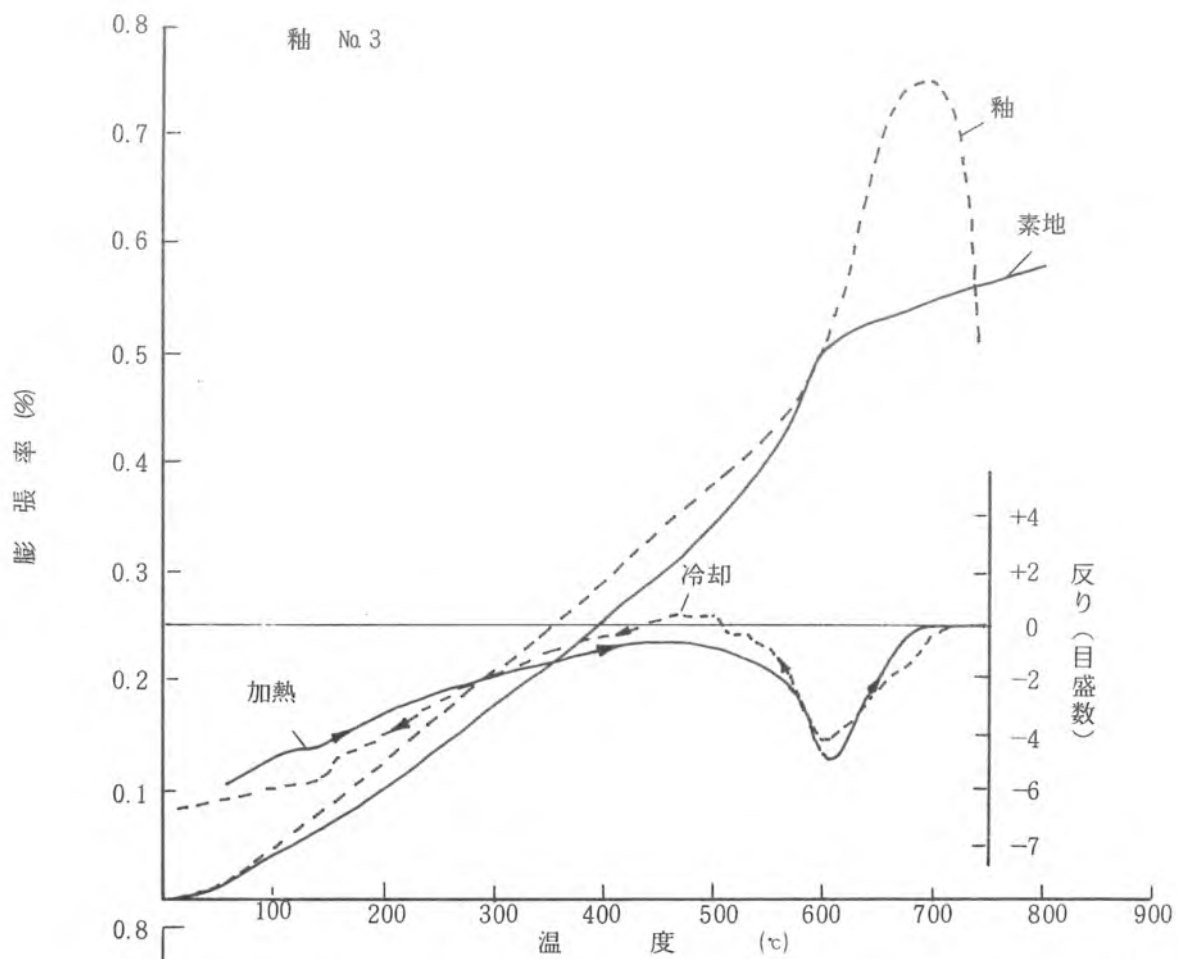
加熱昇温速度は 5℃/minとし、釉が軟化して、
応力がなくなり指針が静止状態になってから更
に約50℃上昇させこれから、冷却に移り約 500
℃まで昇温速度と同様に降温させ、この後室温

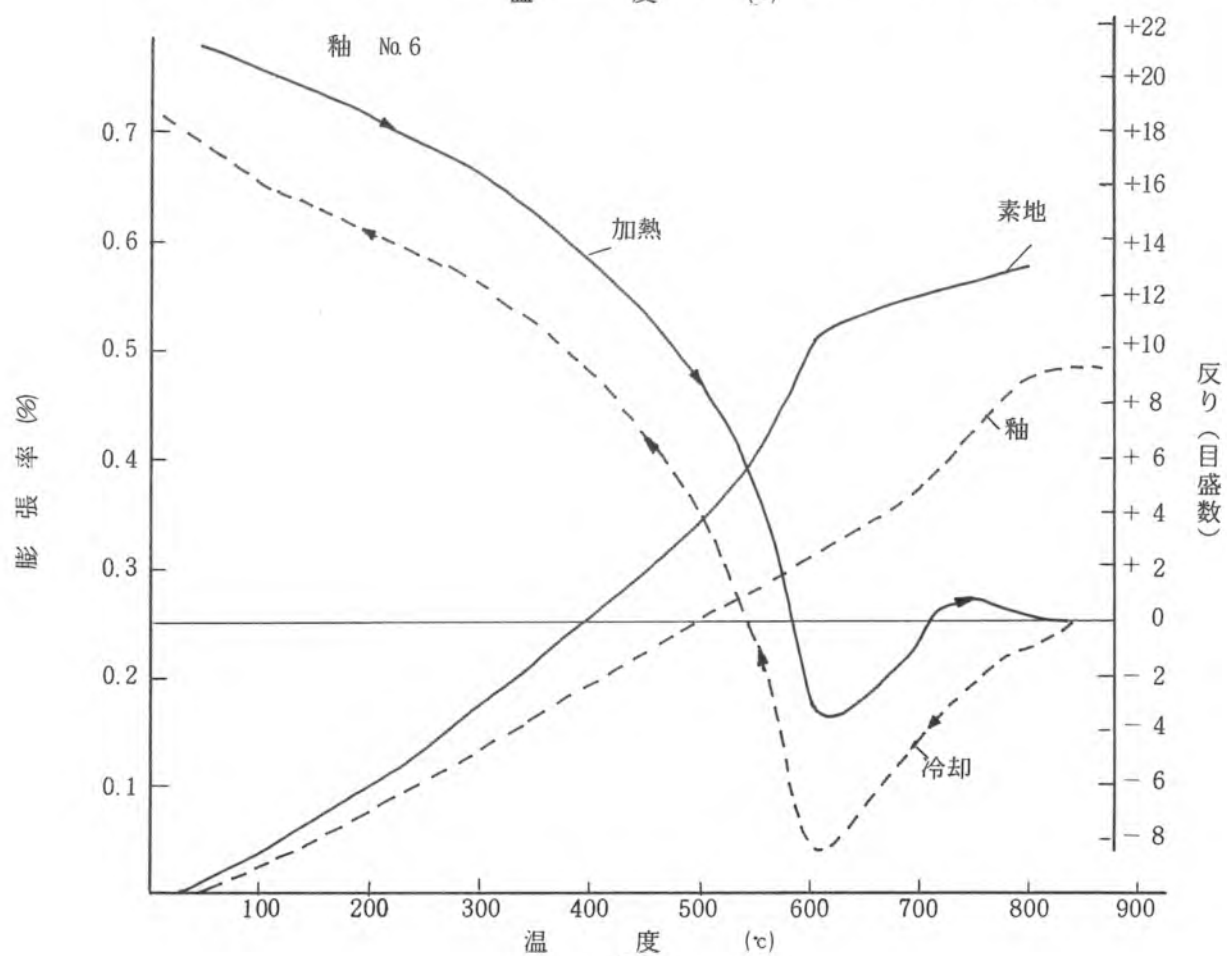
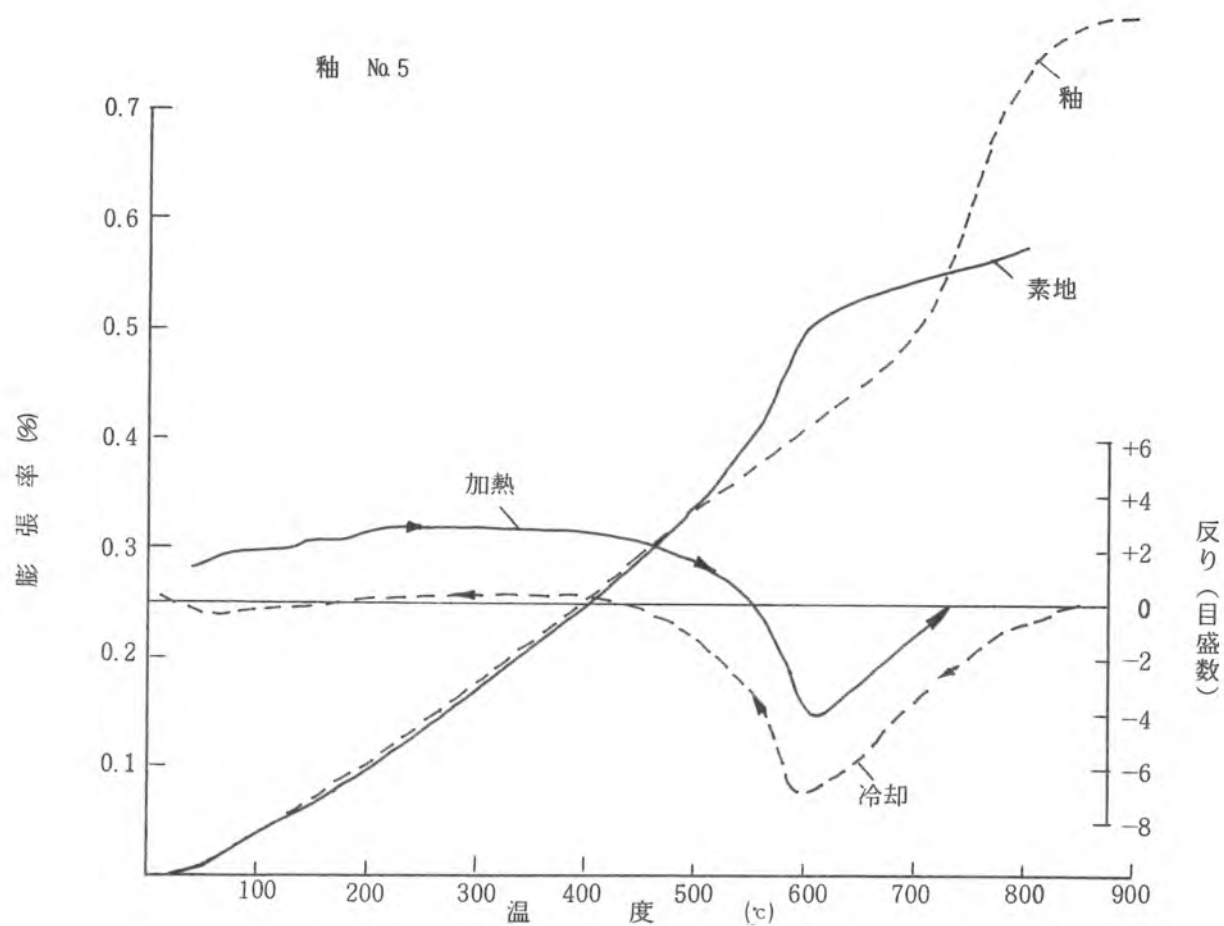
まで放冷し、この間の指針の動きを観察した。
また気圧試験は 7 分で 1 時間保持して行った。

3. 結 果

熱膨張測定と併せて別図、別表に示す。







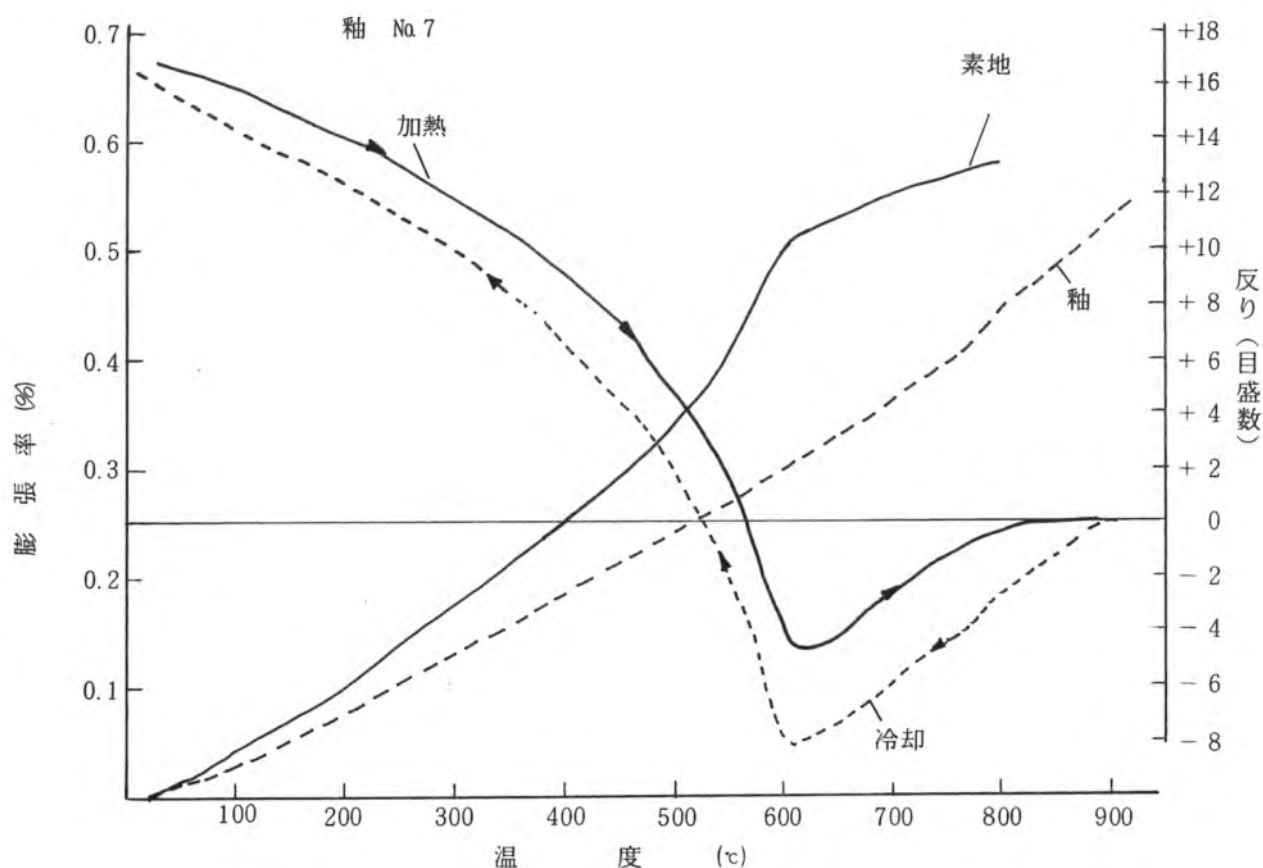


表2 実験結果表

釉 No.	膨張係数 20℃～500℃ ($\times 10^{-6}$)	素地との 係数差 ($\times 10^{-6}$)	転位点 (℃)	軟化点 (℃)	張力試験の 指針の巾	確認試験	
						外観	気圧試験
1	6.19	-0.93	680	800	中	異常なし	貫入なし
2	5.98	-1.14	690	805	大	"	"
3	7.88	+0.76	585	695	小	"	貫入あり
4	6.93	-0.19	670	>900	小	"	貫入なし
5	7.04	-0.08	705	>900	小	"	"
6	5.27	-1.85	710	840	大	さめ割れ出	"
7	5.00	-2.12	750	>900	大	"	"
素土地	7.12						

4. 考 察

一般に用いられている、No.1 釉の熱膨張率は素地より、やや小さく試験体の反りは+側になり釉面に圧縮応力が働いて、釉と素地との関係では安定したものとなっている。

No.2 釉はNo.1 を基礎に乳濁剤を添加したもので、これによって、前者よりやや熱膨張率は大きくなり、試験体の反り巾も大きくなった。

No.3 釉はNa₂Oが多く膨張率が素地よりやや大きくなり、試験体の反りは小巾に、一方向に

になって、釉面に引張り応力が働き貫入が生じやすいことを示した。

No.4 釉の熱膨張率は約 450℃ 迄は素地と同一であるが、これより素地が大きくなって結果的に試験体の釉面は小さく圧縮応力が働き、従って反り巾も小さくなり、さめ割れに関しては安定したものとなっている。

No.5 釉は前者と同系であるためこれとはほぼ同様な結果となった。

No.6 釉は素地との熱膨張差が大きく、転移点も比較的高温側になり、試験体の反りは最も大きくなって、さめ割れが生じた現象を裏付けした。

No.7 釉は素地との熱膨張差が最も大きく、試験体の反りも比較的大きくなり前者と同様な結

果となった。

また加熱冷却での試験体の反りの巾は、何れも加熱より冷却の方がやや大きくなった。

5. まとめ

市販半磁器素地に対し7種類の釉との関係を主として、さめ割れと貫入について、各々の熱膨張測定と張力試験機で調べた。一般に用いられる釉の熱膨張は素地よりやや小さく、釉に圧縮応力が働き試験体の反りは+側になった。さめ割れが生じた釉は転移点が高く、素地との熱膨張差も大きくなり、張力試験での反りも+方向に大きくなった。素地より膨張率の大きい釉では張力試験での反りの方向が-になり、気圧試験では貫入が生じることなどが確認された。

(5) 陶磁器焼成管理技術の研究指導（第1報）

研究室 伊 濱 啓 一
熊 野 義 雄

最近の厳しいエネルギー情勢に鑑み、石油類を主要エネルギーとする当地区陶磁器業界も、多面にわたる合理化、特に熱管理にかかわる省エネルギー対策が必須の要件となっている。特に陶磁器用窯炉の熱損失は多く、熱損失に対して従来から熱変換器の設置とか、断熱材の活用などが提唱されてきたが、いまだに徹底されていない。

本研究は、陶磁器用窯炉、特にシャトル窯

における熱損失を低減させる目的で、炉壁からの熱損失防止に主眼を置き、最近に至って開発・改良が進んでいるセラミックファイバーを用い、その効果と実用性の研究を行なう。

1. 実験方法

今回の研究では、セミラックファイバーの最も現実的な使用方法、つまり既存の窯の内壁に下記の4段階に分けて施工し、図1のLPG試験窯を用いて当地区の代表的製品を試験品とし

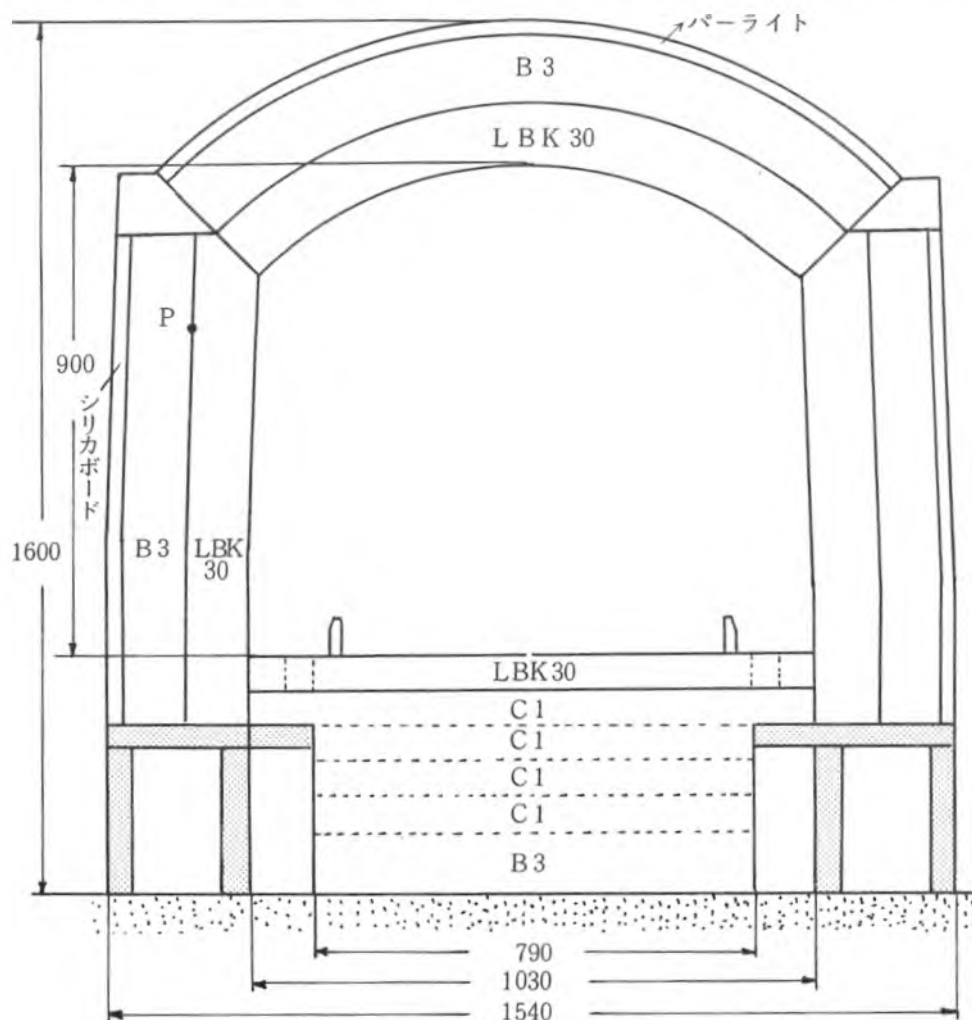


図1 0.5 m³ LPG試験窯（セミラックファイバー施工前）

て焼成した。

(1) 使用窯

0.5 m³ LPG 試験窯（ニイミ産業^{（株）}製）

(2) 使用燃料

LPG（C₄H₁₀：59.8% C₃H₈：31.3% その他）

(3) 使用したセラミックファイバー

カオウル 1400 ユニフェルト（イソライト工業）

(4) 焼成方法と焼成工程

図2、図3にそった焼成工程で、酸化焼成の場合はドラ鉢（工組・半磁器白土：1560g さ

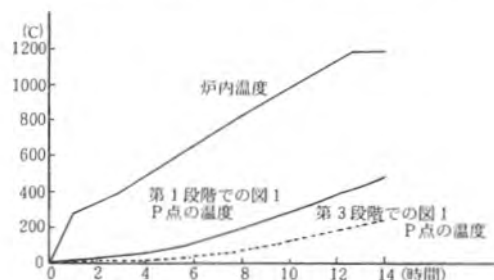


図2 酸化焼成（ドラ鉢，工組半磁器白土）の焼成工程

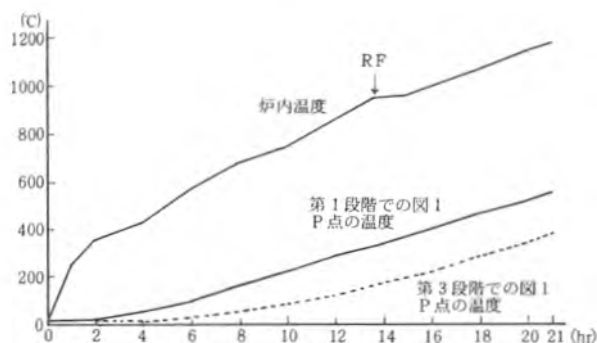


図3 還元焼成（紫泥急須）の焼成工程

や：2960g）40枚を1170℃，14時間（1時間15分保持）焼成，還元焼成の場合は紫泥急須（一合半，237g）132個を1180℃，21時間焼成した。第2段階以降の焼成は，第1段階より炉内温度については高めに，還元濃度（富士

電機^{（株）}製，携帯用赤外線ガス分析計 ZFD-ZZZを使用）・炉内過剰酸素濃度（島津製作所製ポータブル酸素計 POT-101を使用）・引きについては大きめになるように焼成した。

(5) 実験段階

試験窯の形状・大きさ等の制約からセラミックファイバーの厚みを下記のように決定し，酸化焼成については各段階2回ずつ，還元焼成については各1回焼成した。

第1段階：セラミックファイバーの施工なし

第2段階：セラミックファイバー（50mm厚）を台車部分にのみ施工

第3段階：セラミックファイバー（25mm厚）をさらに側壁部分にも施工

第4段階：セラミックファイバー（25mm厚）をさらに天井部分にも施工

(6) セラミックファイバーの耐久性試験

セラミックファイバーはその成分・製法上からアルカリ雰囲気での耐久性の心配がある。そこで当地区で最も一般的に使用されている半磁器用釉薬（釜戸長石1級 63，石灰石 8，亜鉛華 8，朝鮮カオリン8，珪石 13，3127フリット（日本フェロー製），20）を使い，熱伝導率，かさ比重等を測定して耐久性試験を行っている。

2. 実験結果

上記の方法で行なった実験結果より，各段階における燃料使用量と減少率の変化を表1に，蓄熱量（側壁部分）の時間的变化を表2に，炉壁構造に対する温度勾配，放散熱量，蓄熱量の比較を図4に示す。一方，セラミックファイバーの耐久性試験については，熱伝導率等の変化を現在測定中であるが，後日発表する予定である。

表－1 各段階における燃料使用量と減少率の変化

酸化焼成	燃料使用量(m³)	燃料減少率(%)	還元焼成	燃料使用量(m³)	燃料減少率(%)
第1段階	17.468	—	第1段階	23.145	—
第2段階	15.117	13.5	第2段階	20.790	10.2
第3段階	13.685	21.7	第3段階	19.980	13.7
第4段階	12.850	26.5	第4段階	19.750	14.7

ここで、流量計に入るガス圧を0.5 ㎍と一定とし、その温度を25℃、成分をC₄H₁₀:70% C₃H₈:30%とすると、1 m³ = 3.25 kgとなる。

表－2 蓄熱量（酸化焼成，第1，第3段階 側壁部分）の時間的变化

時 間	0	4	8	12	14	16	20	24
改造前 (kcal/m²)	0	6,301	14,939	25,124	29,044	24,846	19,154	14,482
改造後 (kcal/m²)	0	4,180	6,508	13,978	17,923	17,378	15,538	13,135

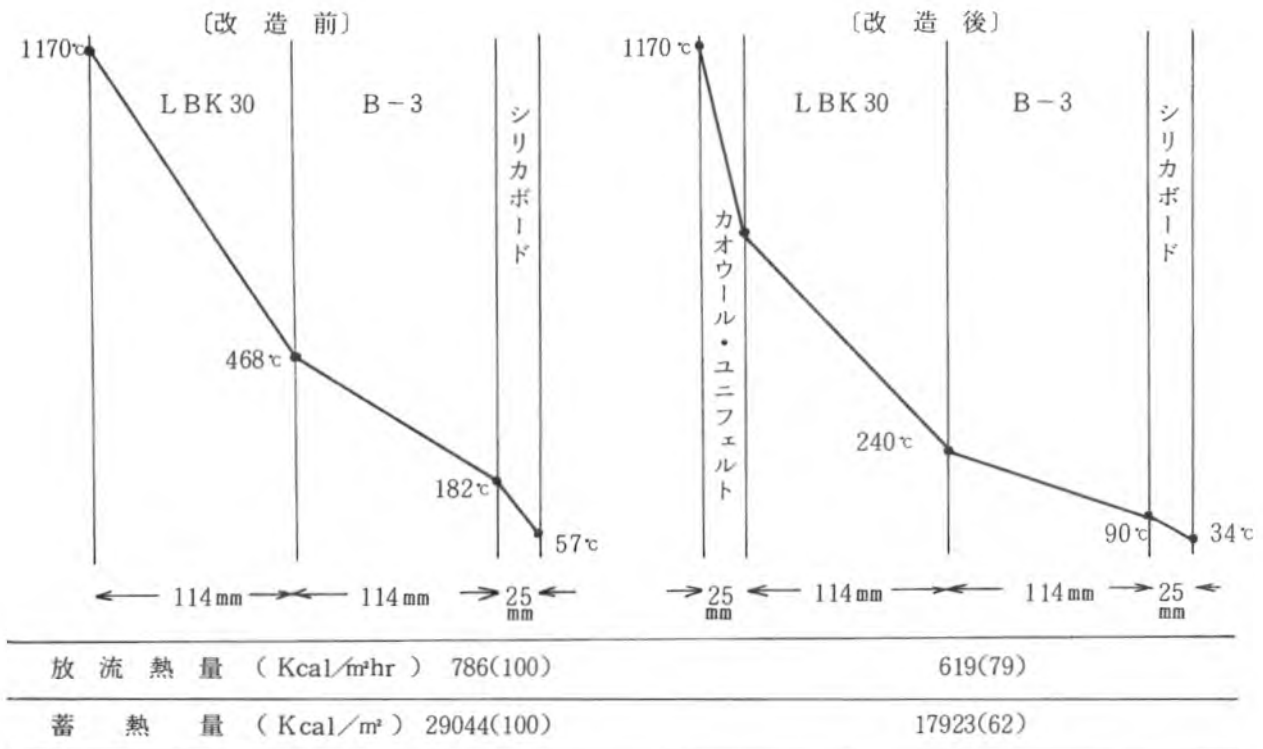


図4 炉壁構造に対する温度勾配，放散熱量，蓄熱量の比較（側壁部分）

3. まとめ

今回の研究では、あくまで既存窯炉の省エネルギーということで出発しており、上記の結果

からもわかるように、セラミックファイバーを施工することにより十分な効果が得られることがわかった。蓄熱量の問題一つをとってみても、

今回の試験窯の炉壁面積を約 8.6 m²、各炉壁が側壁と同様と考え、酸化焼成の場合の第 1 段階と第 4 段階の蓄熱量だけの比較でも L P G で約 9 kg の節約となる。更に放散熱量の節約、焼成時のガス圧を施工前より下げて焼成することによる節約が加わり、ほぼ表 - 1 の結果 (約 4.62 m² = 15 kg) が納得出来る。これは、その後当地業界でも導入され、かなりの効果を出している。但し還元焼成の場合の試験は、還元濃度の少しの差等により、酸化焼成ほどよい結果が出なかったものと考えられる。これらの解析はセラミックファイバーの耐久性の問題とともに第 2 報で詳しく行なうこととして、その効果的な利用法について述べることにする。

陶磁器焼成炉の場合、多かれ少なかれ炉内温度分布の差があり、特に酸化焼成の場合、炉内上部と下部の温度差、火だてと中だての温度差はかなり大きなものである。そのため、当地業界でも釉薬を 2 本だてにしたり、火だてだけさや焼にしたりして、その問題をある程度解消してきている。

こういった問題を考慮すると、窯炉全体にセ

ラミックファイバーをはかるのはあまりよい方法とは言えず、まず、単窯、トンネル窯に共通して効果的な利用法として、台車部分にセラミックファイバーをはることである。そうすれば炉内上部と下部の温度差が小さくなることは事実であり、逆転する場合もある。当地業界でも、これにより釉薬の 2 本だてをやめた企業もかなりある。次に単窯の場合、扉側と煙道側の内壁にはることである。近年、扉部分にもバーナーをつけた単窯が普及しているがセラミックファイバーをはることによりその必要もなくなることが、業界の実績からわかっている。次に、バーナー側内壁及び天井部分への施工は先に述べた温度差の問題や製品が減ることを考えると、あまり効果的とは言えない。但しトンネル窯の場合、側壁への施工は火だてと中だての温度差をあまり考えなくてよいので側壁部分への施工は有効だと思う。以上のような方法がセラミックファイバーの有効な利用法であるが、さらに放散熱を防ぐ意味から、外側からの断熱、特にトンネル窯については非常に有効な方法であるので今後考えていかなければならない問題である。

(6) 焼成管理技術の指導

研究室 伊 濱 啓 一 佐 波 平 三 郎
熊 野 義 雄

最近の厳しいエネルギー情勢等により、当地
区陶磁器業界も多面にわたる合理化を強いられ
てきた。そこで省燃費と良品率の向上をめざし
て、 O_2 計(島津製作所製ポータブル酸素計 P
OT-101)とCO計(富士電機製携帯用赤外
線ガス分析計 ZFD-ZZZ)を使い、焼成

管理指導を行なった。

11月から指導にはいり、3月末までに延べ
44社指導し、燃費として5～20%の節約、さ
らに良品率の向上も達成でき、現在も継続中
である。

図1・図2はA社(工組 半磁器白土,食器)

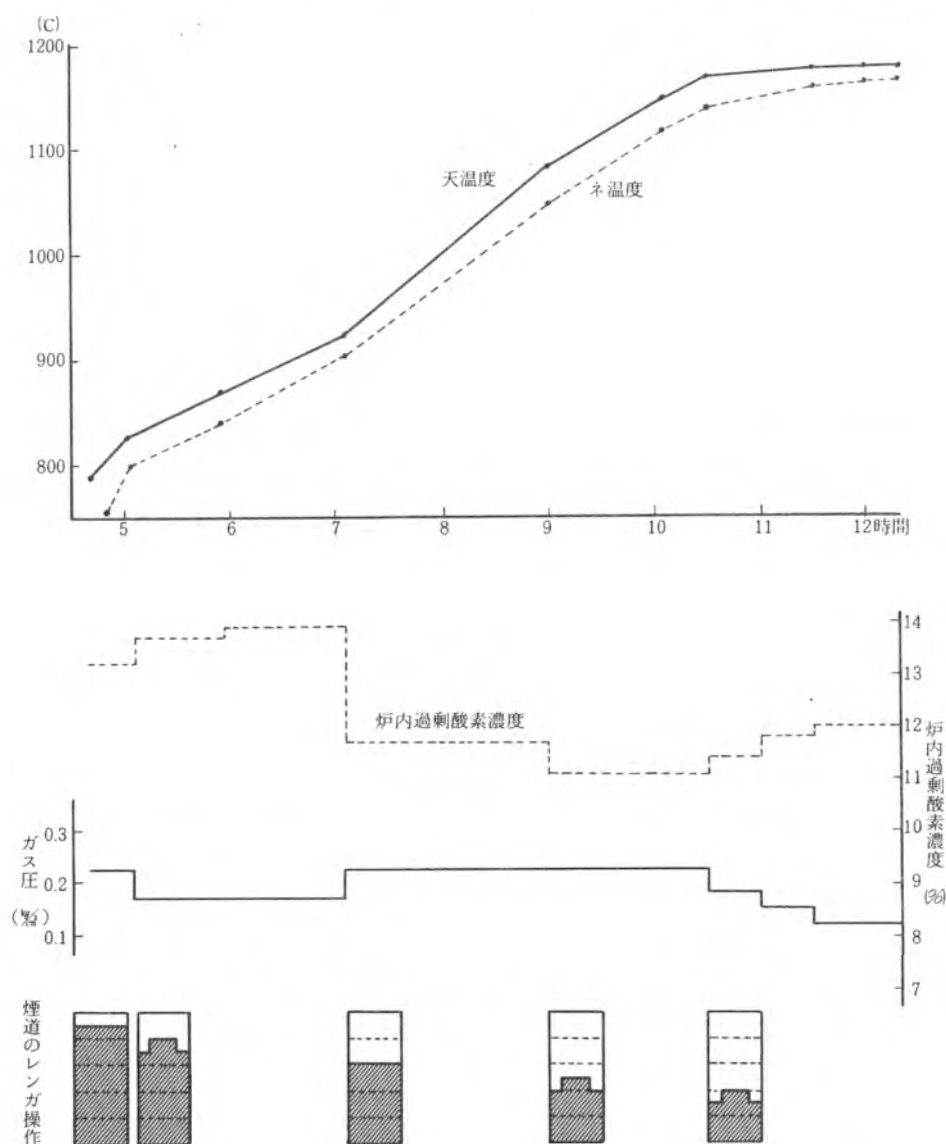


図1 A社指導前のLPG 4m³シャトル窯焼成工程

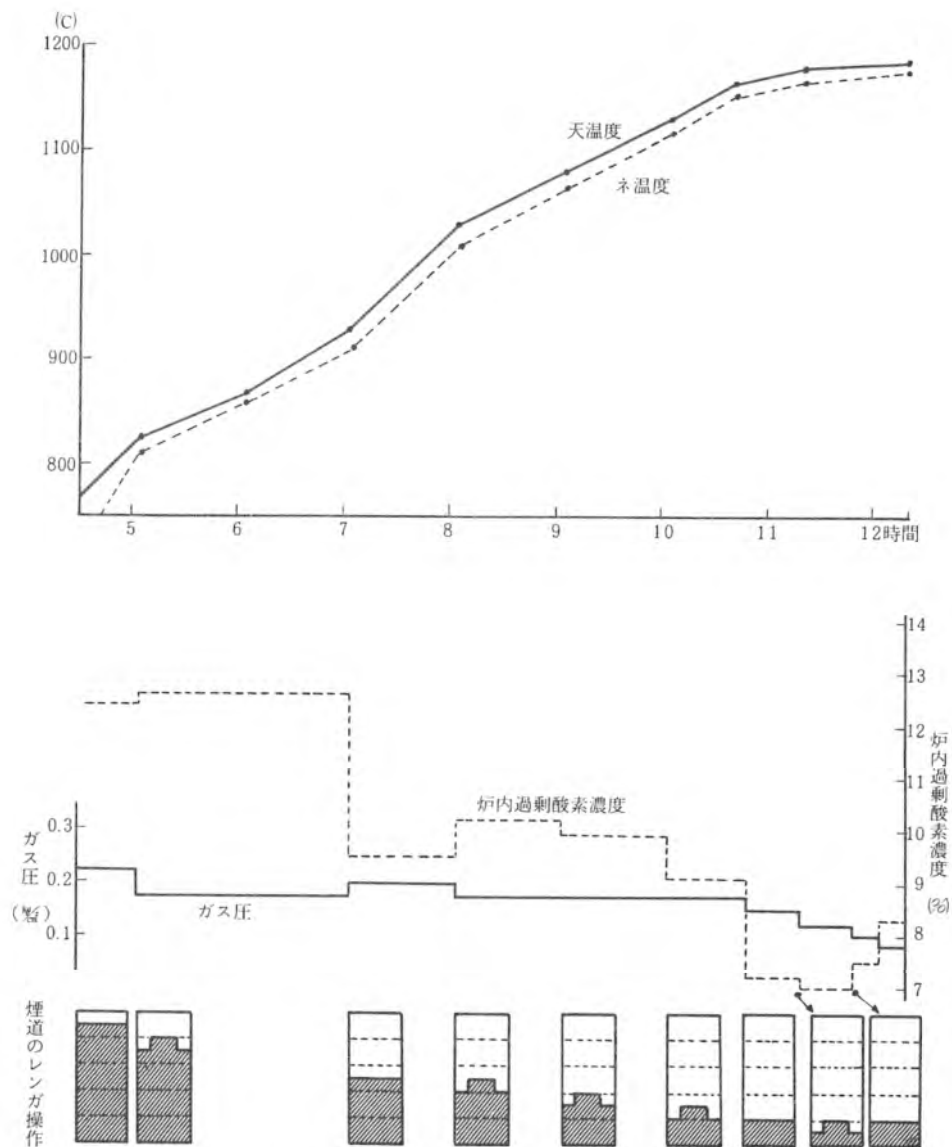


図2 A社指導後のLPG 4^mシャトル窯焼成工程

の指導例で、図1は指導前、図2は指導後の焼成工程である。水気の心配のいらなくなる温度（この場合は900℃前後）以降、除々に窯をはらしていくのであるが、指導前の状態ではそのはらし度合が少ないため、焼成ガス圧も高く、天と根の温度差も大きい。そのため、根まで十分に焼こうとすると火前荒れを起こす結果となる。そこで、図2のように指導した結果、焼成ガス圧を下げ、煙道のレンガ操作をうまく行って十分に窯をはらせて焼成した。その結果とし

て、焼成ガス圧を下げることにより、燃料の節約、天と根の温度差が小さくなり良品率が向上した等の好結果を得ている。

図3はB社（炆器土、花器、生焼成）の指導例である。B社はLPGトンネル窯であるので、もともと焼成温度差等の問題はほとんどなく、今回の指導としては燃料の節減を主な目標として行なった。B社は生焼成であるため、それを十分に考慮しながら、焼成用一次空気量、煙道及び乾燥への引きについてバランスをとりなが

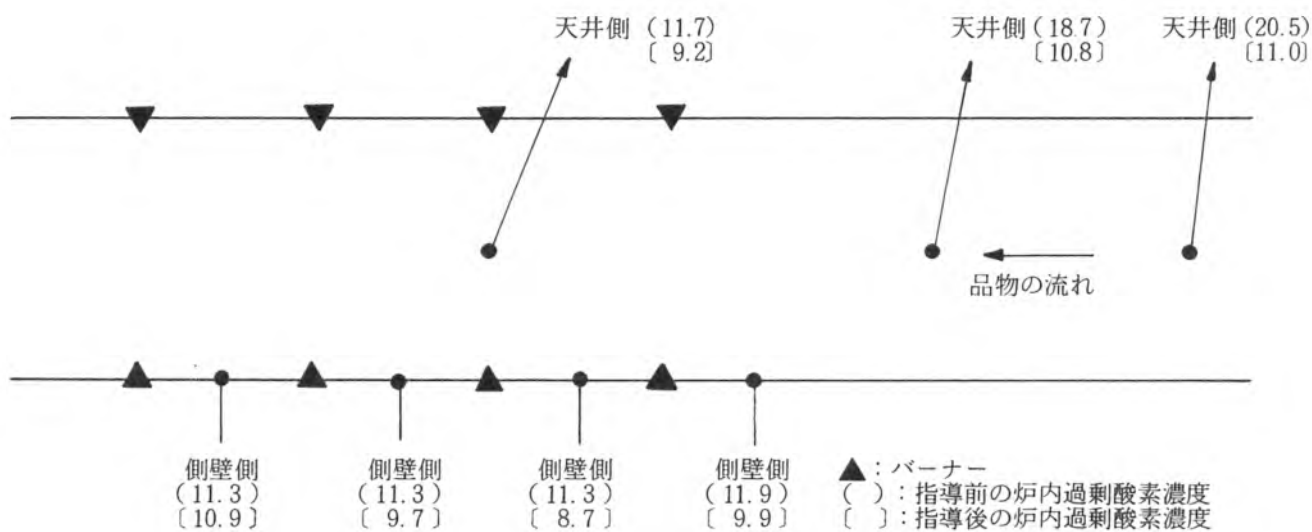


図3 B社LPGトンネル窯

らある程度まで押さえることにより、図3のような結果を得、燃料節約として約15%の好結果を得た。

以上のように、現在までいろいろなタイプの窯炉を指導してきた結果として、特にトンネル窯については炉内過剰酸素を減少させることが、

燃料節減に大きく影響することがわかっており、又、単窯についても焼成ガス圧をかなり下げることが可能となり、火前荒れ、天と根の温度差の減少等、かなり大きなメリットが出てくることがわかってきた。

(7) 試 作 研 究

研究室 三 宅 清 路

1. ま え が き

前年度に引続き、半磁器、耐熱陶器による食器類の試作研究を行った。以下にそのおもな試作の内容をしるす。

2. 内 容

2.1 テーマ 半磁器による食器の試作（写真1～4）

2.1.1 目的 業界で使用されている半磁器により、材質に適した形態、装飾技法を追求し、製品化を目的とする。

2.1.2 経過 テーマ、目的ともに前年度と同様であるが、今回は材質のもつ感覚的な長所であるやわらかさ、あたたかみを抽出するように計画した。

試作にあたり、まず多用途皿（24cm ϕ ）を対象に選び、下絵銅板転写と手描きを併用する文様と各種釉の組み合わせによる、装飾技法を優先する試作を行った。これらのなかから比較的良好と思われる試作品の釉、技法をティーセットを中心とする食器類へ応用して行った。それらは次のとおりである。

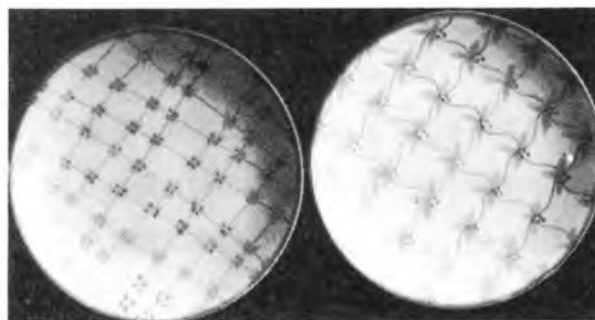
1. 鉄赤釉と乳白釉を掛け分け、乳白釉下に呉須による線引を行う。赤、白、青の色彩的混とんをやわらかく単純な形のなかに調和させ、半磁器の良さを出そうとした。

2. 銅板下絵転写に手描き（線引き、薄だみ）を行い、微量の着色剤を添加し軟陶感を出した石灰亜鉛釉を掛ける。

素地・半磁器



No. 1



No. 2



No. 3



No. 4

成形・手ろくろ、自動成形

装飾法・経過のとおり

焼成・SK6aOF電気炉

2.1.3 構成 多用途皿(24cm ϕ)単品20種,
ティーセット3種

2.2 テーマ 耐熱食器(写真5~12)

2.2.1 目的 ペタライト系耐熱陶器の材質
的改良を行い、業界に対応する製品の企画開発
を目的とする。

2.2.2 経過 今回使用したSK6a焼成によ
る材質の調合は次のとおりである。

ペタライト50, 木節粘土20, 蛙目粘土20, ろ
う石10

成形性、耐熱性を考慮すると、この周辺の調
合が良好であった。耐熱性は他に素地の厚さ、
形状、釉等の要因により決定されるが、この材
質の耐熱試験結果は通常の使用に耐えられるも
のと判定される。当試で行った耐熱試験法は1.
器物を800℃に熱し水中急冷する。2. 器物を
24時間水中に浸した後、内表面温度400℃まで
空炊きする。以上の2方法である。

なおこれに使用した釉の基本調合は次のとお
りである。長石20, ペタライト28, けい石10,
石灰13, 亜鉛華12, 蛙目粘土5, タルク3, け
い酸ジルコン8

以上の材質を使用し、次のような試作を進め
た。

1. 機械成形に手造り要素を加え、多品種化を
可能にするもの。
2. 蓋も同材質を使用し、上下反転可能、ある
いは蓋も単品として使用できるような、一品種
で多機能を含む製品。
3. 耐熱ガラス蓋との組み合わせによるもの。



No. 5



No. 6



No. 7



No. 8

4. 上絵付を施したもの。

素地・ペタライト系耐熱陶器

成形・手ろくろ

装飾法・呉須下絵，鉄下絵，ろう抜き，上絵

焼成・SK6aOF 電気炉

2.2.3 構成 キャセロール，土鍋，シチュー鍋，ベーカー，多用途皿

2.3 テーマ 盛絵（写真13～14）

2.3.1 目的 四日市ばんこ焼の伝統技法の一つである盛絵を産業デザインに組み込む。

2.3.2 経過 ばんこ焼において盛絵は幕末期，森有節によって始められたもので，より速く，より多く作るという産業デザインの流れには適さず，現在では一部の茶陶に残っている程度で，消滅するおそれすらある。技術の保存の意味で，54年3月から6月まで，盛絵技法の保持者である林晴峰氏に指導を受け，また講習会等で業界へ技法の開放をはかった。（技法の内容は三重県工業技術情報VOL6, No.3を参照されたい）

今回の試作では，食卓用品に応用することを目的とし，技法の簡略化により商品化の可能性を追求した。

素地・半磁器，半透釉

成形・手ろくろ

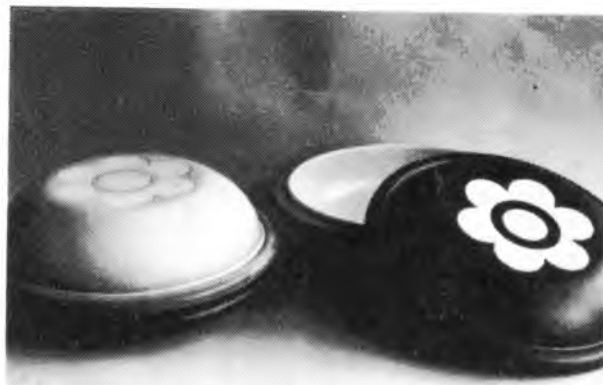
装飾法・盛絵

焼成・720℃電気炉

2.3.3 構成 かさね小鉢2種

3. あとがき

以上が本年度の試作の概要である。これら試作品は昭和55年3月14日より一週間，当試において展示発表した。なおこれらのうちの一部は第16回陶磁器試験研究機関作品展にも出品した。



No. 9



No.10



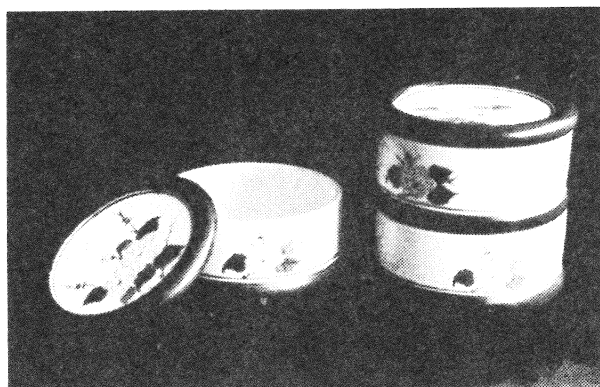
No.11



No.12



No.13



No.14

(8) 土鍋文様の試作研究

伊賀分場 谷 本 藤 四 郎
北 川 幸 治
岡 森 良 次

伊賀焼土鍋の文様には、古くから刷毛目文様、紅葉文様、唐草文様、及び梅竹模様等が描かれていた。又最近では伊羅保釉、灰釉等の色釉薬による土鍋も生産されている。

こうした伊賀焼の土鍋の文様の流れにも、近年消費者志向の多様化により、新しい感覚の文様が要求されるようになって来たので、伊賀焼の土鍋にマッチした文様の試作を行なった。

素地は伊賀焼陶磁器工業協同組合製造の水ひ粘土を用い機械ロクロによる8号土鍋の蓋を成形し試料とした。

古くから伝えられて来た伊賀焼土鍋文様を基調に変化させた文様及び他産業での文様等を資料とした。

加飾方法は、手描きで鉄絵具、呉須絵具を中心にピンク絵具、赤茶絵具、織部釉等を使用し、電気炉による酸化焼成、灯油窯による還元焼成の2種類のふん囲気で行なった。

結果は、酸化焼成は、土物に対する色彩的な調和には、多色よりも三色程度ぐらいがこのまじい結果を得た。

還元焼成は、絵具の発色状態に制限され、鉄絵具、呉須絵具を中心に土味を生かした、点、線、だみ的な文様を試みた。又それらにワンポイント的感觉からピンク絵具、辰砂釉等を少々あしらった文様も試作した。

全体的に他産地の土鍋には、多色の文様が見られるが、伊賀焼の土鍋のように土物の味を生

かした土鍋は、とくに多色のものは、避けた方がよいように思われる。

こうした点で今回の試作の中での結果として完全とは言えないが、成果はあったと思う。

以上が、54年度の土鍋文様の試作研究の概要であるが、手描きで鉄絵具を中心とした文様で、とくに還元ふん囲気による絵具の検討をしながら今後も継続の予定である。

写真 No 1～4

目 的・点と線による調和を試みた。

装飾法・手描き、鉄、呉須絵具。

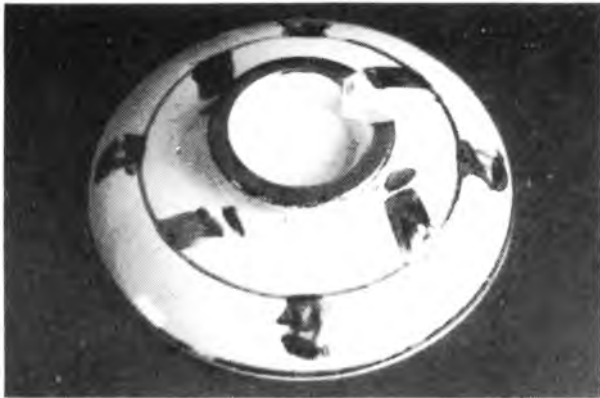
焼 成・SK6a, OF, 電気炉。



No 1



No 2



No. 3



No. 6



No. 4

写真 No. 5～6

目的・土味を生かし、鉄絵具による還元の色調の調和を試みた。

装飾法・手描き、鉄絵具、呉須絵具。

焼成・SK 8, RF, 灯油窯。

写真 No. 7～10

目的・二色、三色による葉花の文様を試みた。

装飾法・手描き、ピンク絵具、呉須絵具、鉄絵具、赤茶絵具、織部釉。

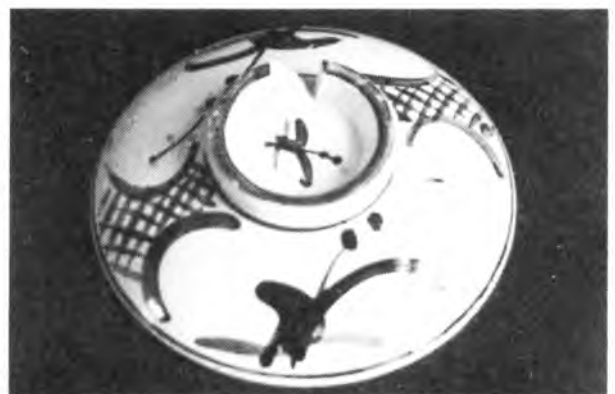
焼成・SK 6 a, OF, 電気炉。



No. 7



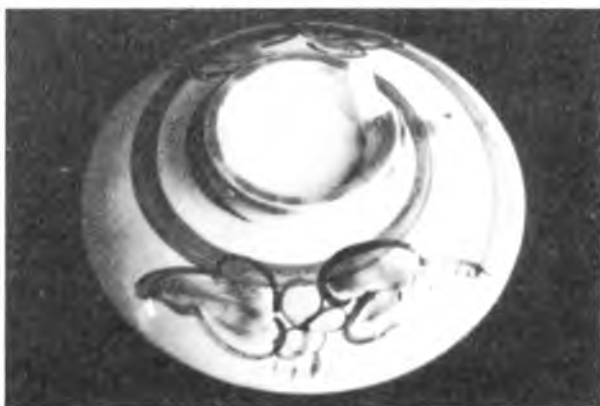
No. 5



No. 8



No. 9



No. 10

写真 No.11~12

目的・鉄絵具と呉須絵具による二色の還元色

調の調和を試みた。

装飾法・手描き，鉄絵具，呉須絵具。

焼成・SK 8, RF, 灯油窯。



No.11



No.12

(9) ガス窯による灰釉の加飾研究

伊賀分場 北 川 幸 治
谷 本 藤 四 郎
岡 森 良 次

1. まえがき

伊賀焼の主産地である阿山町丸柱地区は現在土鍋類を主体に生産しているが、ガス窯による灰釉商品も多く一般には土灰と長石による釉薬を使用し、薄掛け、内掛け、流し釉にそれぞれ水分調整して施釉している。これらの意匠、釉掛技法は登り窯による自然釉の美意識に基づいており、いわゆる「写し」を意識している。一般にこれらのものには高価格品が少なく、それらに付加価値をもたせるためにもあらためて素地、灰釉、火色、こげ色の試験研究が必要であると考えた。したがって本年度は「ガス窯による灰釉の加飾研究」をテーマとした。市販原料を使用し素地試験、灰釉調試験、火色こげ色の各試験を行ない、さらに試作品を作製し、主にスプレイガンを使用して変化のある釉調加飾（自然降灰釉に近い釉調）を試みた。小さなガス試験炉では炉内雰囲気不安定のため十分満足出来る試験とはいえないまでも変化のある釉調の灰釉試験体が出来た。以下に試験データを記す。

2. 内 容

2-1 素地試験

入手出来る市販土を収集し、伊賀焼製品にふさわしいと思われる素地土調整を行なった。結果、下記の素地土を選んだ。

日産陶料特こし土 (信楽) - 50

日産陶料並こし土 (〃) - 40

四日市半磁器土 - 10

利製練所テラコッタ土 (信楽) - 4

東海陶料畑長石(13メッシュ)(信楽) - 2

2-2 灰釉調試験

市販の原料で60ピースの色見本を作製し、釉調試験を行なった結果、下記の4種類を選んだ。

A	岡本長石	50	淡緑色、流動性大
	合成土灰	30	
	恒岡土灰	20	
B	岡本長石	50	濃緑色、流動性大
	合成土灰	10	
	恒岡土灰	40	
C	岡本長石	60	濃緑色、流動性少
	恒岡土灰	40	
D	釜戸長石	40	乳濁性のある黄緑色
	合成土灰	30	
	ガラス粉	30	

以上選んだA, B, C, Dの灰釉を試験体(円筒状の花器直径5cmφ×高さ25cm)に、ひたし掛け、筆、スプレイガンで施釉した。

2-3 コゲ色、火色試験

黒絵具, FeO, 黒浜, 四日市半磁器土, 三号釉でコゲ色試験を行なった。適当とおもわれる調合は、

黒絵具 25

FeO 25

三号釉 50

である。次に信楽で市販の火色釉とC灰釉で適当とおもわれる火色試験を行なった結果、

信楽火色釉 30

C 灰 釉 70

を選びスプレー・ガンで施釉した。

（上記の各試験の焼成温度はいずれもSK9, RF, ガス試験炉使用）

以上の各試験を行ない2-1の素地土で花器を作製し、火色、コゲ色、灰釉の施釉を行ないSK9, RFで焼成した結果、灰釉は変化のある釉調が得られたが、コゲ色は（登り窯のものとは本質的に異なるものであるから）着色された単調なものであった。今後施釉テクニックが向上し灰釉加飾の研究が進めば、一段と自然釉調に似た灰釉製品が出来るとと思われる。

(10) 対応研究 (A)

研究室 国 枝 勝 利

オープンウェア用珪素地の開発〔I〕

目的：現業素地には α -クリストバライトが多量に存在するために、オープンウェアとして使用すると冷め割れを生ずる。現在の土味を変

えずに耐熱性を向上させたい。SK9RF。

結果：次の調合で現業素地と $Al(OH)_3$ 、長石をミキサー混合し、素地を作製、焼成した。

		A	B	C	D	E	現業素地
現 業 素 地		90	85	85	85	90	
		10	15	15	15	10	
	福 島 長 石	5	5	10	0	0	
クリストバライト量 (X線ピーク値)		19	17	5	36	49	64
熱膨張 係 数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}C$)	200 $^{\circ}C$	4.66	4.48	4.19			7.63
	600 $^{\circ}C$	5.41	5.50	5.43			6.64
	700 $^{\circ}C$	5.30	5.35	5.38			—

上表の結果からC素地が最良かつ土味も変化が小さいのでC素地を改良素地に決定した。

オープンウェア用珪素地の開発〔II〕

目的：新しく作り使用している土が焼き締りが悪く、また素地外観も白すぎるため、この素

地を基礎として焼き締り良好で、やや赤味を帯びた外観を示すと同時に、オープン用としても使える素地に調整する事を目的とする。焼成温度SK9RF。

結果：調合は次表に従い行なった。

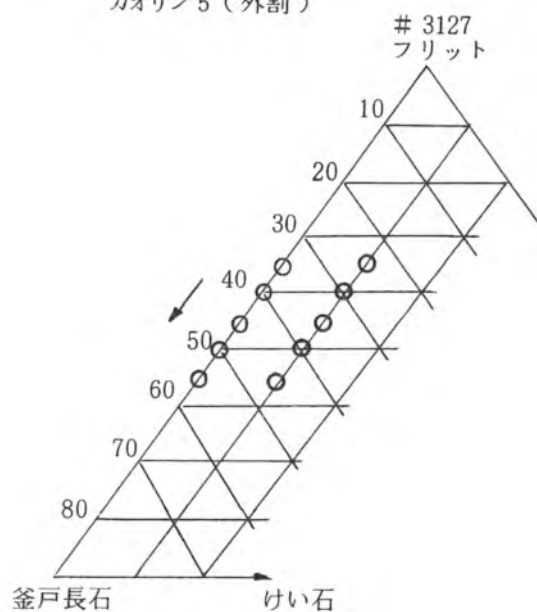
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
新 素 地		100	100	100	100	100	100	100	100	100
富 貴 黄 土		20	20	20	20	20	20	20	20	20
福 島 長 石		—	5	10	15	15	5	10	15	15
$Al(OH)_3$		—	—	—	—	5	—	—	—	5
弁 柄		—	—	—	—	—	2	2	2	2
ク リ ス ト バ ラ イ ト 量 (X線ピーク値)	火中	39	7	2	2	3	20	8	3	4
	中根	14	3	2	0	0	10	tr.	0	0
素 地 外 観		良	良	良	良	良	不良	不良	不良	不良
熱 膨 張 ($\times 10^{-6}/^{\circ}C$) ($\sim 600^{\circ}C$)	火中		5.37	5.05	5.15	5.21				
	中下		6.28	5.93	5.95	6.11				

Cが最良であった。

烏泥用なまこ釉試験(1)

目的：1,180℃焼成の植木鉢烏泥土用の灰青色及び灰黄緑色調のなまこ釉の開発。

〔Ⅰ〕 石灰石 5 } 固定
ZnO 5 }
カオリン 5 (外割)

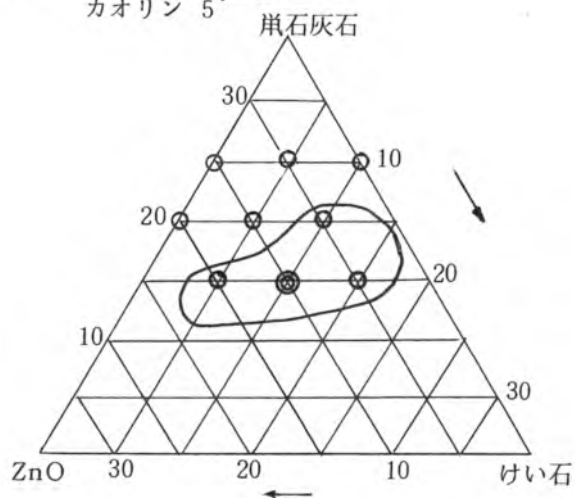


これに黒浜 5, TiO_2 5%を添加。〔Ⅰ〕は○印の点で良好な灰黄緑色なまこ釉, 〔Ⅱ〕は同じく良好な灰青色なまこ釉を得た。これらの釉は白色素地では発色が異なる。

烏泥用なまこ釉試験(2)

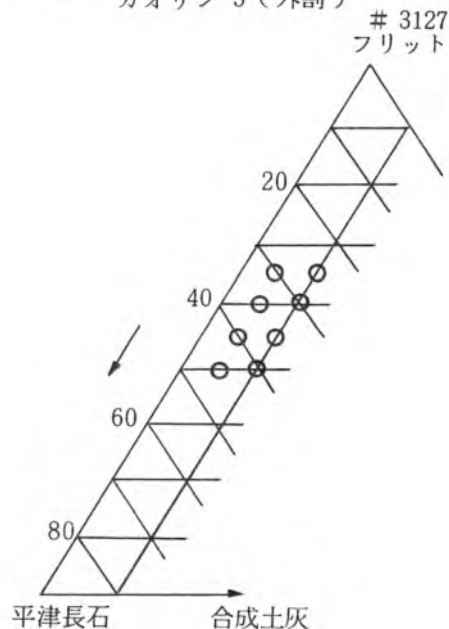
目的：現業のCO-Feなまこ釉の釉調が不良

〔Ⅰ〕 釜戸長石 45 } 固定
#1121 15 }
カオリン 5 }



結果：種々の予備試験の結果, 次の三角図で調合試験を行なった。

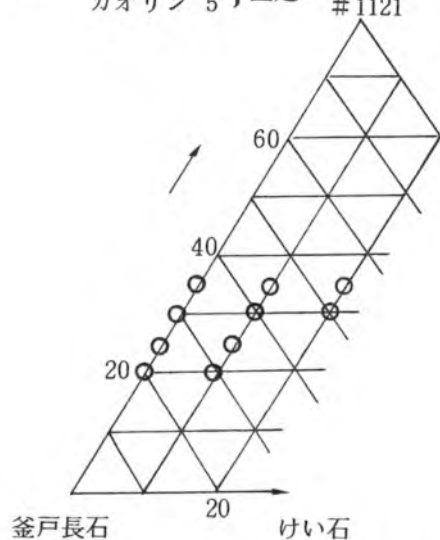
〔Ⅱ〕 けい石 10 (固定)
カオリン 5 (外割)



(表面がかすむ)でこれを改良したい。焼成温度 1,180℃。

結果：フリットに#1121を使い, 下図の三角図内で調合した。

〔Ⅱ〕 単石灰石 15 } 固定
カオリン 5 }



これに CoO 1.5, Fe_2O_3 1.5% を添加。焼成結果は, [II] はすべてなまこ釉にならず不良, [I] のうち曲線で囲んだ部分が良好でかつ◎が最良調合である。

耐熱性コーゼライト半磁器の開発

目的: 産業廃棄物のコーゼライト (MgO 9.52, Al_2O_3 33.75, SiO_2 46.51%) を利用し, 現業半磁器素地と同程度の焼結状態で耐熱性 (オープン) のある素地を作ることを目的とする。

結果: 木節粘土, 平津長石, 河合陶石, 大峠陶石で作った種々の素地にコーゼライトを添加し試験した。その結果, 木節粘土 35, 平津長石 15, 河合陶石 10~20, 大峠陶石 10, コーゼライト 20~30% で 1200°C 焼成での吸水率 3.2~5.6%, 熱膨張係数 $4.1 \sim 5.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ (室温~ 600°C) のものを得た。

陶石の水籤効果の試験

目的: 陶石を水籤する事により粘土成分を多くし可塑性を改良する試験。

結果: 種々の水籤時間で得た試料を X 線回折し, α -石英と粘土鉱物のピーク値を測定した。水籤した陶石は河合, 大峠, 平木, 天草, 竹原である。水籤効果の大きいものは, 河合, 大峠, 平木陶石, 効果の小さいか, ほとんどないものは, 天草, 竹原陶石であった。

皿の焼成ひずみの改良

目的: 15cm 皿が焼成後ひずみを起すので, その原因を解明する。焼成温度は $\text{SK} 7$ 。

結果: まずどれ位の頻度でひずみが生ずるかを調べた。その結果は次の様であった。

成形 → 乾燥 { ひずみ大 9/33
ひずみ小 13/33
ひずみ無 11/33 } (33個) → 素焼 { ひずみ大 10/33
ひずみ小 16/33
ひずみ無 8/33 }

→ 焼成 { ひずみ大 25/33
ひずみ小 8/33
ひずみ無 0/33 }

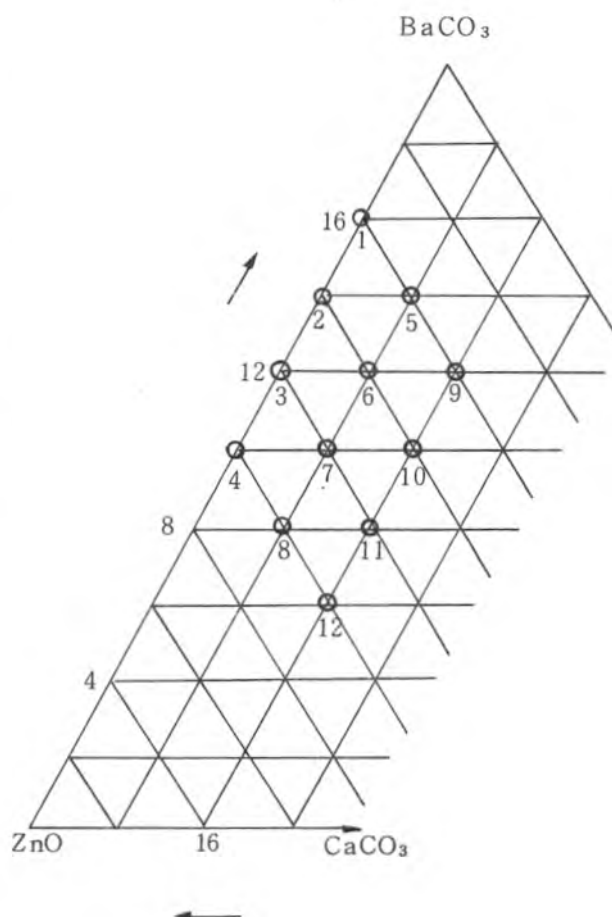
これから明らかに成形的に問題があることがわかり, コテの改良と土の練りとねかしを入念にする様にしたところ, ひずみは生じなくなった。

耐熱食器用釉の改良

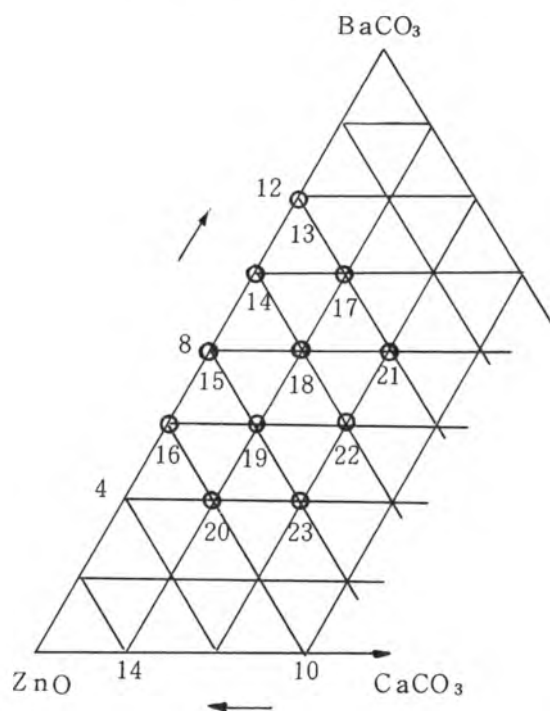
目的: 現業の土鍋釉で貫入が発生する様になったので, 無貫入にする。

結果: 土鍋素地の熱膨張を測定したところ~ 600°C で $1.99 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ と非常に低い値を示した。これに適合する釉を下図で試験した。

[I] ペタライト 75 固
カオリン 5 定



〔Ⅱ〕 ペタライト 75 固
カオリン 5 }
タルク（仮焼）4 定



これを 1,140～1,220℃で焼成した。その結果、No.4と16がとけ不足、No.12が貫入を生ずるが、他はほぼ良好であった。CaCO₃は溶融効果が大きすぎる傾向がある。

SK 5 a 用の Cr-Sn ピンクの発色の良い 安価な釉の開発

目的：フリット量を少なくし、安価な原料を使って、やや低温焼成用の Cr-Sn ピンク用釉を作る。

結果：長石に安価なカリ長石である大平長石を使い、石灰-バリウム系（少量の ZnO を添加することもある）で試験を行なった。

その結果、大平長石 30～35、#3210 フリット 10、カオリン 10、単石灰石 10～13、炭酸バリウム 5～10、けい石 25～30、亜鉛華 0～2、#3127 フリット 0～5% で良好であった。

白雲陶器用色釉試験

目的：白雲陶器用の青緑釉、褐色釉、黄色釉の試験で、焼成温度は 1,000～1,050℃。

結果：各種フリットを使い CuO、プラセオ黄、サーモンピンク、赤茶、チョコレートの各彩・顔料の発色状態を調べ、次の調合を決定した。

青緑釉……M-1 フリット（日陶産業製）

90、釜戸長石 10、塩基性炭素銅 5、
蛙目粘土 5%

黄色釉……#3127（フェロー製）フリット

90、釜戸長石 10、プラセオ黄 6、
5、サーモンピンク 1.5、蛙目粘土 5%。

褐色釉……基礎釉は黄色釉と同じで、顔料に
チョコレート 1、赤茶 7%。

トルコ青透明貫入釉試験

目的：1,200℃焼成の花器の内側に施釉する、トルコ青透明貫入釉試験で、特に釉厚の薄い部分の発色が悪くならない様な釉を得る事。

結果：次の釉式内で試験を行なった。

$$\begin{cases} 0.18 \text{ KNaO} \\ 0.25 \text{ Li}_2\text{O} & 0.20 \sim 0.30 & 2.0 \sim 3.5 \\ 0.27 \text{ BaO} & \text{Al}_2\text{O}_3 & \text{SiO}_2 \\ 0.30 \text{ CaO} \end{cases}$$

これに #1121 フリット 5～15%（外割）、
CuO 2%（同）を添加した。その結果は次の調合範囲が発色良好であった。

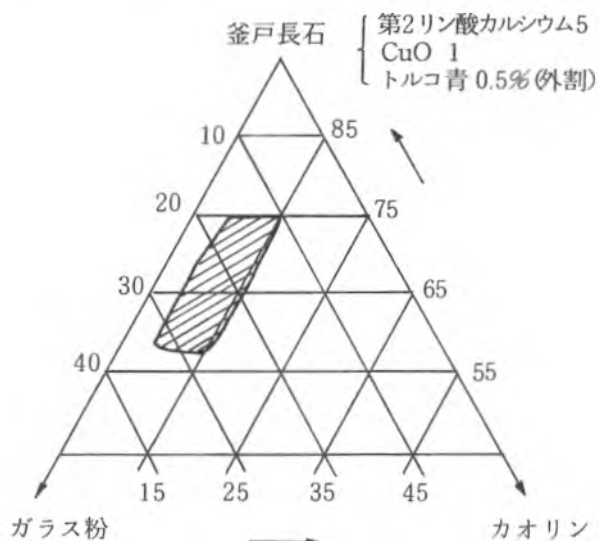
平津長石 33～45、Li₂CO₃ 5～7、BaCO₃ 15～20、単石灰石 9～12、けい石 15～37、#1121 フリット 5～15、CuO 2%、フリットの量が多いときは色調はより鮮明となり良好な調合域はさらに広がる傾向にある。

灰青色泡釉試験

目的：釉全面がゆず肌状の状態を示し、ピン

ホールが無数にある灰青色釉の開発。焼成温度は1,200℃。

結果：各種基礎釉試験の結果，次図の調合域が良好であった。



ここでCuOを添加しないとピンホールを生じない。またガラス粉の多い調合ほどピンホールは大きくなり，ブクの状態となる。CuOの代わりに Sb_2O_5 等の発泡剤を加えれば無色の泡釉が得られる可能性がある。

半マットアイボリー釉試験

目的：特殊石灰－長石質半磁器用（1,200℃焼成）の半マット質アイボリー釉が現業で不安定であるので改良する。

結果：石灰マット，タルクマット釉を中心に各種の試験を行ない，次の基礎釉を得た。

釜戸長石64，珪石灰石10，けい石10，#3127フリット5，カオリン8， Al_2O_3 9，焼タルク11，これに $MnCO_3$ と Fe_2O_3 を適量入れてアイボリー色調にする。

(1) 対応研究 (B)

研究室 水 谷 了 介

1. 乳濁釉について (S. K 5 a ~ 4 a)

角大皿に乳濁釉を用いると、さめ割れが多いため、両者の熱膨張を測定し釉の修正試験を行って、次の調合で防止出来た。

釜戸長石 (1 級) 35%, 無鉛フリット 32%, ねずみ石灰 11%, 天草 7%, けい石 5%, 蛙目 5%, けい酸ジルコン 5%。

2. 亀甲貫入釉の作成 (SK 5 a)

瀬戸地方製素地で次の調合範囲が良好であった。

平津長石 60 ~ 65%, 釜戸長石 (1 級) 20 ~ 25%, タルク 0 ~ 3%, クレオライト 4 ~ 8%, 無鉛フリット 0 ~ 5%。

3. 白泥土原料の置換

以前に作成した白泥土の原料が枯褐のためこれに代わる原料について試験し、次の調合にした。

清見陶石 (特級) 25%, 村上粘土 25%, 丸藤木節 28%, 福島長石 (22%)

4. 低火度釉の作成 (SK 3 a ~ 4 a)

下記の調合で下絵銅板のピンク色の発色もよく 7 気圧の気圧試験にも無貫入であった。

釜戸長石 (1 級) 30%, けい石 5%, ねずみ石灰 5%, 蛙目 6%, 天草 4%, 有鉛フリット (3481) 30%, 無鉛フリット (3127) 20%。

5. ねり込みくず土の再利用

ねり込みくず土を次の調合で黒泥土に再製した。くず土 100 に, NSK, M-700 10% ~ 8%。

6. 白泥急須用チャラ釉 (SK 5 a)

素地土 30% ~ 40%, 平津長石 60 ~ 70%, これを細摩した上水。

⑫ 依頼研究の指導

半磁器素地の品質改良と原料処理

試 験 課

1. 品質改良の目的

当四日市地区で生産される半磁器は、良質な木節粘土を用いて製造してきた。近年その木節粘土も枯渇し、現在入荷する粘土の性状は劣るばかりである。特に鉄分やチタン分が増加し、焼成色が悪く、また礬土分も少なくなり、粘土の可塑性や耐火性が劣る現状である。そこでこれらを解決する目的で試験研究を進めた。

現在入荷している木節粘土（水簸物）の化学分析とX線回折をおこなって、その成分を把握

した。また陶石についてもその性状を解析した。これらの結果に基づいて、粘土の可塑性についてはCa-ベントナイト、アルミナ分については水酸化アルミニウムを添加することによって解決することができた。

陶石については、より品質を高めるため、微粉碎後水ガラス（解膠剤）を添加して分散性を高めて、セリサイト分を無駄のないように採集する技術を開発した。これによって半磁器の白色度、耐圧強度を高くすることができた。

⑬ ゼーゲル錐の生産と品質管理試験

研究室 熊 谷 哉，水 谷 麗 子

ゼーゲル錐の生産温度範囲はSK11～SKO15aであり、34,574本生産した。各製品の精

度保持のため、原料の粉碎方法と各ロット毎の検定試験を行なった。

3. 依頼試験，設備利用

項 目	件 数	項 目	件 数
X 線 分 析	311	耐 寒 試 験	3
化 学 分 析	572	焼 成 試 験	68
水 質 試 験	11	加 工 試 験	45
引 張 り 等 測 定	19	試 料 調 整	184
き 裂 等 試 験	84	設 備 利 用	46
粒 度 測 定	59		
耐 火 度 試 験	70		
熱 膨 張 等 試 験	38	計	1,510

4. 技術相談指導

(1) 技術相談指導

項 目	内 容	件 数
原 料	窯業原材料（陶石，長石，粘土，全属酸化物，顔料等）の選定，適正利用法，処理法	19
釉薬および素地	釉，素地の調整法，配合比の調整	137
製 造 技 術	成形，乾燥，窯，炉材，熱量，焼成	80
デ ザ イ ン	デザイン（パターン，形状，着彩法）および装飾技法	151
そ の 他		20
計		407

(2) 巡回技術相談指導

対 象	巡回企業数	指 導 内 容
万古陶磁器製造業者	256	製造工程における欠点防止等について企業を巡回し指導した。
伊賀焼陶磁器製造業者	40	
三重県瓦工業協同組合	30	

5. 講習会，研究報告会，審査

(1) 講習会

名 称	年 月	場 所	人員(人)	内 容
実 技 講 習 会	54. 6	当 場	13	盛り絵技法についての講習 講師 林 良雄
”	55. 3	”	16	上絵付技法についての講習 講師 田中一之
技 術 講 習 会	54. 9	萬 古 工 業 館	74	適正なる焼成方法及び食器のデザインについての講習
”	55. 2	”	18	省エネルギーについての講習

(2) 展示会，研究報告会，講演会

名 称	年 月	場 所	内 容
第 16 回 磁 陶 器 試 験 研 究 機 関 作 品 展	54. 12 55. 1 55. 1	名 古 屋 市 市 常 滑 市 市 多 治 見 市 市	かさね小鉢，ティセット，耐熱陶器を出品した
デ ザ イ ン 講 演 会	54.12	当 場	商品の流行色について 講師 栖戸 茂
省エネルギー炉の研究 中 間 発 表 会	54.12	萬 古 工 業 館	セラミックファイバーの効果について発表
研 究 発 表 会	55. 3	当 場	昭和 54 年度業務について報告
講 演 会	55. 3	当 場	陶磁器のデザインと消費動向について 講師 田辺 武
展 示 会	55. 3	当 場	鍋，食器類の新趣製品 25 点を展示した
伊賀分場試作展示会	54.12	丸 柱 館 公 民 館	土なべ文様の試作品を展示した

(3) 審 査

名 称	年 月	場 所	委 員 名
意 匠 登 録 審 査 会	54. 4	四 日 市 市	中 崎 慧
”	5	”	熊 野 義 雄
”	6	”	中 崎 慧
”	9	”	熊 野 義 雄
”	10	”	中 崎 慧
”	11	”	”
”	12	”	”
第21回四日市萬古急須 品 評 会	54. 8	”	熊 野 義 雄

6. 研修生の指導

名 称	期 間	人員(人)	内 容	担当者
海外窯業技術研修生	54. 4 ～ 54. 8	1	釉薬顔料について	国枝勝利

7. 新 設 機 器

機 器 名	数 量	仕 様	備 考
微 粉 砕 装 置	1	ディスク型振動ミルT-100	国 補
電 気 泳 動 解 析 装 置	1	粒子輸送式 1202 型	〃
赤外線加熱横型熱膨張計	1	赤外線炉 RHL-E 45 P	〃
熱膨張炉制御記録装置	1	制御記録コンソール2ペン膨張測定回路	〃
真 空 土 練 機	1	AN-300 D型, 300 kg/H	〃
坏 土 精 製 装 置	1	15' フィルタープレス 10 枚掛 50 kg ボールミル606 ϕ $\times$ 606 L	〃
混 合 攪 拌 機	1	容量 23.6 ℓ , 最高攪拌量 16 ℓ 200 V 3相 4 P 0.4kW	〃
酸 素 計	1	POT-101, 携帯形レコーダ付	〃
瓦 い ぶ し 窯	1	0.2 m ²	〃
露 点 温 湿 度 計	1	α 線デジタル 露点連続測定方式	県 単