

とこなめ焼食器の素地土（第2報）

－開発素地土のバリエーションと製品試作－

松下 福三 生浦 京子 福原 徹 田中 正洋

Tableware Body of Tokonameyaki Pottery (Part II)

－ Variation of Tableware Body －

by

Fukuzo MATSUSHITA, Kyoko IKUURA, Toru FUKUHARA and
Masahiro TANAKA

常滑焼の伝統と地元粘土の特徴を生かした素材感を備え、製造時の作業性にも優れた永続性のある食器素地土（開発素地土）を基に、質感・色調の多様化、耐熱性の付与及び高強度化を図るとともに、それらを使用した食器製品を試作した。その結果、開発素地土を基礎土に、分級石英粒、シャモット、黒浜、及び顔料等を添加することで質感、色調の異なる多様な素地土を得た。耐熱性の付与では、開発素地土〔本山A木節粘土50%・阿山長石（2級）40%・富貴土（赤）10%〕の長石分を、ペタライトとコーディエライトで置換えた調合で、土味のある耐熱性素地を得た。高強度化では、開発素地土の微粉碎により曲げ強さ80MPa、アルミナ5%添加と微粉碎により曲げ強さ90MPaの磁器素地と同程度な高強度素地を得た。また、新とこなめ焼食器素地開発研究会と共同で、開発素地土及び各種バリエーション素地土を用いた多数の食器を試作し、今後の常滑焼食器の素地土として良好な評価を得た。

1. はじめに

第1報¹⁾では、常滑焼の食器分野への進出を支援するため、伝統的かつ地元粘土の特徴を生かした素材感を備え、製造時の作業性にも優れた永続性のある食器素地土（開発素地土）の開発について報告した。開発素地土の原料調合は、本山A木節粘土50%・阿山長石（2級）40%・富貴土（赤）10%である。ここでは、開発素地土を基に、その質感・色調の多様化、耐熱性の付与及び高強度化を図るとともに、食器製品をデザイン・試作し、開発素地土を基礎とするとこなめ焼食器素地のバリエーションについて具体的な提案を行った。

2. 開発素地土のバリエーション

2.1 質感・色調の多様化

2.1.1 質感原料及び顔料の添加と成形性

開発素地土を基にした多様な質感・色調をもつ素地土を得るため、質感の多様化については表1に示す原料（以下、質感原料）を選定し、色調の多様化については、顔料として、べんがら（横綱印）及びバイフェロックス（バイエル無機顔料303T）を選定した。なお、バイフェロックスの化学分析値は Fe_2O_3 ：70%、 MnO ：20%であり、X線

回折では、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ と MnFe_2O_4 （立方晶）のピークが認められた。

開発素地土を基礎素地として、質感原料及び顔料を乾量基準で添加調合し、焼成素地見本の作成を行った。

開発素地土に八草石英粒（細粒）、べんがら及びバイフェロックスを各5%添加したときのベッファーコルン法による成形性評価を行った。ベッファーコルン法は、高さ40mmの練土の円柱成形体を作り、一定の高さから1192gの円板を落下させ、変形した成形体の高さとその練土の含水率（乾量基準）を測定する方法である。

表1 素地見本の質感原料及び添加量

原料名	粒度 (μm)	添加量 (%)
白シャモット	細粒	320～980
	粗粒	980～1300
志野長石	980～1300	1, 5, 10
ケイ砂	200～450	1, 5, 10
ケイ長石	980～1300	1, 5, 10
八草石英粒 (八草木節粘土 の分級粗粒)	細粒	320～980
	粗粒	980～1300
伊賀黒石英粒 (伊賀黒木節粘土 の分級粗粒)	細粒	320～980
	粗粒	980～1300
赤シャモット	320～980	1, 5, 10
黒雲母	320～1130	1, 3, 5
黒浜	220～280	0.5, 1, 3
粒状マンガ	160～280	0.5, 1, 3

その結果を図1に示す。含水率30%における変形後の高さは八草石英粒（細粒）5%添加＞開発素地土＞べんがら5%添加＞パイフェロックス5%添加であり、開発素地土は、八草石英粒（細粒）添加により変形量が小さく（硬く）なり、べんがらやパイフェロックスを添加すると、変形量が大きく（軟らかく）なることがわかった。また、グラフの傾きはほぼ一定で変化はなかった。

2.1.2 素地見本の作成

焼成素地見本は、表1に示す質感原料別13種類、同添加量3段階、べんがら添加量7段階（0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 5%）、パイフェロックス添加量3段階（1, 3, 5%）、焼成条件別2種類の合計780種類である。焼成は、酸化焼成及び還元焼成で行い、焼成温度はともに1200℃（リードハンマー社製メジャーリングによる）とした。還元焼成は、1000℃から最高温度保持時間終了まで、LPG燃焼ガスを炉内に入れ、炉圧調整によりCO濃度5%を維持した。

その結果、石英粒、赤シャモット等でざらざら、白シャモット、志野長石、珪長石で白斑点、黒雲母、黒浜、粒状マンガで黒茶系の斑点が得られた。べんがら及びパイフェロックスでは表2に示すように色調の多様化ができた。また、代表的な焼成素地見本を写真1に示す。

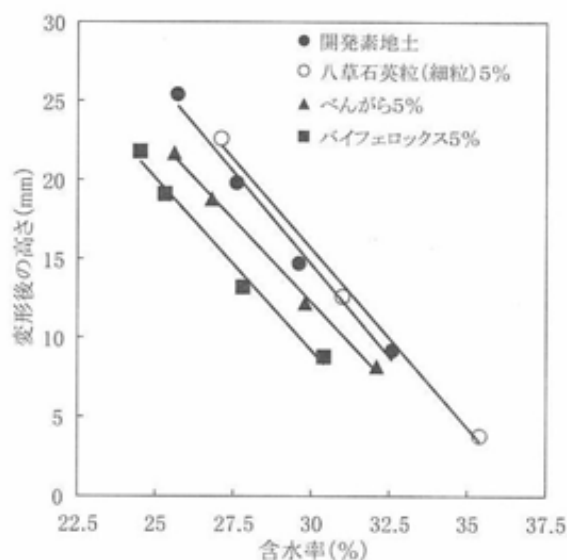


図1 ベッファーコルン法による成形性評価

表2 べんがら及びパイフェロックス添加素地の色調

焼成条件	開発素地土	べんがら				パイフェロックス		
		+0.5%	+1%	+3%	+5%	+1%	+3%	+5%
還元	淡い赤	赤味淡茶	赤味茶	赤味灰黒	灰黒茶	茶	黒茶	灰黒
酸化	黄味白	黄色	赤味黄	赤	赤褐色	黄土色	こげ茶	黒茶

2.1.3 質感原料及び顔料の添加と焼成性状

開発素地土に八草石英粒（細粒）、べんがら及びパイフェロックスを添加したときの焼成性状（焼成温度1200℃）を調べた。

石英粒、べんがら及びパイフェロックス添加量と吸水率（煮沸法）の関係を図2に示す。吸水率は石英粒の添加量とともに高くなり、べんがらとパイフェロックスでは逆に低下する。また、酸化焼成と還元焼成では、常に還元焼成が低い吸水率となる。

べんがら及びパイフェロックス添加量と自重変形量（スパン100mm）の関係を図3に示す。酸化焼成での自重変形量は、還元焼成と比較して、べんがらとパイフェロックスの添加量に関係なく、小さく、ほぼ一定であるが、還元焼成では、ともに添加量とともに大きくなる。このため、これら顔料を添加した素地土を使った製品の還元焼成に際しては、焼成変形への注意が必要である。

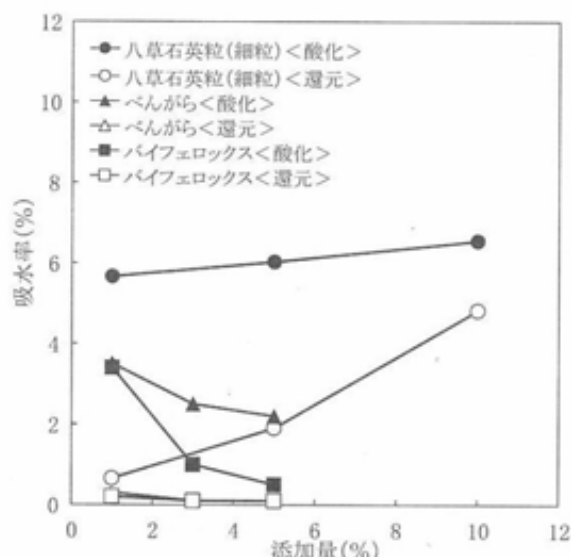


図2 1200℃焼成素地の添加量と吸水率

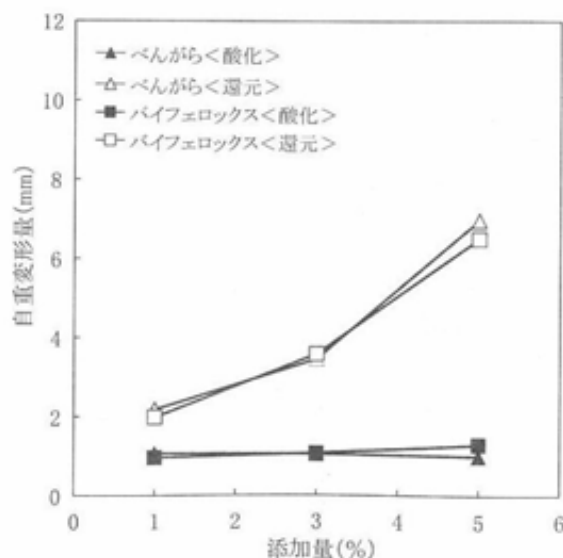


図3 1200℃焼成素地の添加量と自重変形量

2.2 耐熱性の付与

伊賀土鍋やベタライト土鍋の素地とは違った、極端に焼き締めず、若干の吸水（吸水率5～10%）を持つ土味のある、耐熱性素地（熱膨張係数 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度）を目標とした。開発素地土の調合原料である阿山長石をベタライト（日陶産業製#200）-コーディエライト（丸ス軸業製C-60）系の組合せで置換える素地調合試験を行った。

酸化焼成における、 1230°C 焼成素地の吸水率を図4に、同素地の熱膨張係数を図5に示す。吸水率はコーディエライトの調合量が増加するとともに高くなり、熱膨張係数は阿山長石の調合量が減少するとともに低くなることがわかった。 1230°C 焼成素地のデータと目標値を照合し、ベタライト30%・コーディエライト10%調合を選択し、焼成温度を変化させ、吸水率及び熱膨張係数を測定した。その結果を図6に示す。吸水率は焼成温度の低下とともに高くなり、熱膨張係数は吸水率が高くなるとともに低くなる。焼成温度 $1180 \sim 1230^{\circ}\text{C}$ の範囲で、目標値を得た。

また、還元焼成で目標とする耐熱性素地を得るため、



図4 1230°C 酸化焼成素地の吸水率 (%)

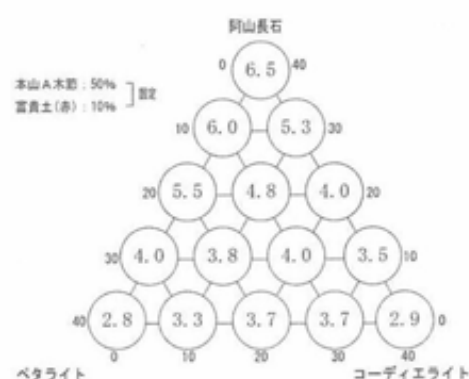


図5 1230°C 酸化焼成素地の熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

ベタライト30%・コーディエライト10%調合とコーディエライトを10%増加させたベタライト20%・コーディエライト20%調合の還元焼成 1230°C における吸水率を測定した。その結果、コーディエライト10%調合は目標とする吸水率より大幅に低い0.1%、コーディエライト20%調合は目標値を満たす5.8%であった。そこで、ベタライト20%・コーディエライト20%調合について、焼成温度を変化させ、吸水率及び熱膨張係数を測定した。その結果を図6にプロットした。焼成温度 $1200 \sim 1230^{\circ}\text{C}$ の範囲で、還元焼成での目標とする耐熱性素地を得た。

耐熱性を実際に評価するため、ベタライト30%・コーディエライト10%調合の耐熱性素地（酸化焼成）を用いた実物大の試作品により、試験温度差 800°C の耐熱衝撃試験を行った。その結果、試作品に割れの発生はなく、良好な評価が得られた。

2.3 高強度化

開発素地土の高強度化のため、調合物全部の微粒化と、アルミナ（住友化学製AES-11）及び部分安定化ジルコニア（第一希元素化学工業製 HSY-3.0）の添加試験を行った。添加量については、成形性や経済性を考慮し5%とした。焼成条件は還元焼成とした。

焼成温度と曲げ強さの関係を図7に示す。また、各調合素地の製土条件、曲げ強さ最高値、そのときの焼成温度、吸水率及び自重変形量（スパン100mm）を表3に示す。

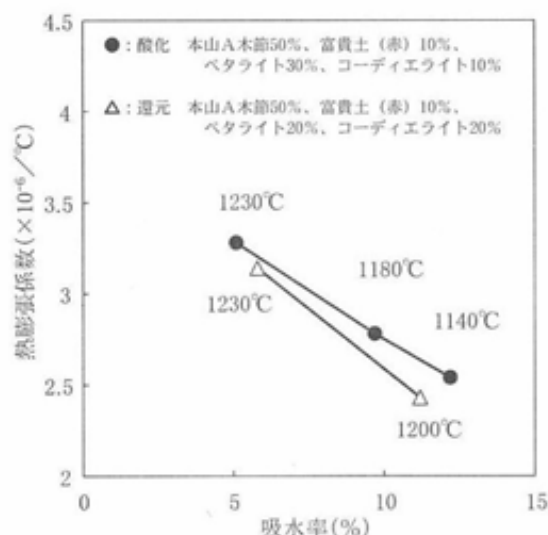


図6 耐熱性素地の吸水率と熱膨張係数

表3 高強度素地の調合、製土条件、焼成温度と曲げ強さ、吸水率及び自重変形量

調 合	製土条件	焼成温度 ($^{\circ}\text{C}$)	曲げ強さ (MPa)	吸水率 (%)	自重変形量 (mm)
開発素地土	湿式解砕→ $600 \mu\text{m}$ 篩パス	1200	5.6	0.1	1.6
開発素地土（微粉碎）	湿式粉碎→ $297 \mu\text{m}$ 篩パス	1185	7.6	0.0	1.6
アルミナ5%添加（微粉碎）	湿式粉碎→ $297 \mu\text{m}$ 篩パス	1177	8.8	0.0	2.1
部分安定化ジルコニア 5%添加（微粉碎）	湿式粉碎→ $297 \mu\text{m}$ 篩パス	1215	8.3	0.0	1.9

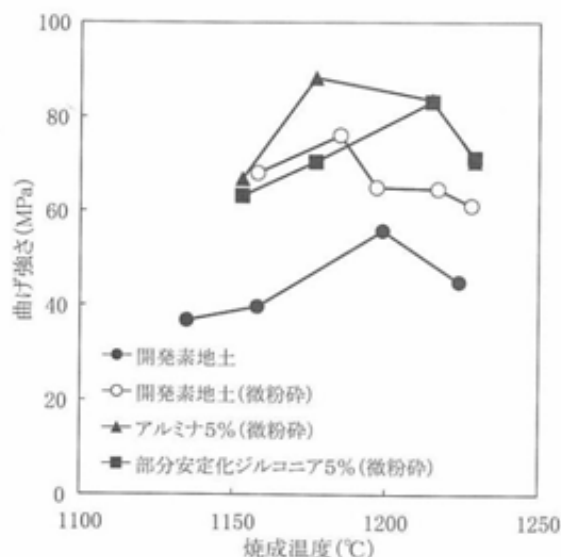


図7 高強度素地の焼成温度と曲げ強さ

すべての条件が高強度化に効果があったが、アルミナ5%添加の曲げ強さが最も高く、その焼成温度も低いことから、高強度素地として優れている。なお、微粉砕とともに開発素地土の特徴である素地の赤味は弱くなったが、アルミナ5%添加では、赤味が弱くなる傾向はなかった。

3. 製品試作

3.1 デザイン及び試作

開発素地土を基礎として、質感原料及び顔料を添加することで多様な素地土を得た。その多様性を活用して家庭用食器をデザイン及び試作した。そのデザイン意図は次のとおりである。また、試作品を写真2に示す。

- (1) 日本文化は季節感と密接な関連があるところから、四季の器を表現した。
- (2) 素地土はろくろ・鋳込成形とも良好なため、動力ろくろや鋳込成形といった量産型の成形方法のほか、優れた手技を持つ産地特性を考慮して、ろくろ成形、タタラ成形、型押成形等、伝統的成形技法も取り入れた。
- (3) 釉薬については、土味を強調するため、透明釉ないし透明感のある釉薬を用いた。
- (4) 一人・二人おひつでは、日常生活での利便性を考慮した。即ち、単身者や小人数の家族向けに、まとめ炊きした御飯を食べ切れる量だけ小分けにして詰め、食事の度に電子レンジ加熱して食べるための容器である。
- (5) 多用途皿は飯粒等がスプーンですくいやすいようリム部分の段差を高くし、メロウエイジ向きのデザインをねらった。
- (6) 桜、笹舟、木の葉、椿の四季の銘々皿は、常滑の伝統的産品である茶器と組み合わせ、お茶タイムのための総合的な商品展開ができるようデザインした。

3.2 総合評価

新とこなめ焼食器素地開発研究会において、多種多様な食器製品を試作し、開発素地土及び各種バリエーション素地土の総合評価を行った。

無釉品・施釉品及び還元焼成品・酸化焼成品を試作し、成形方法は、ろくろ成形、ローラーマシン成形、タタラ成形、鋳込成形等である。

その結果、成形性・作業性では『使いやすい』との評価を得るとともに、実操業炉の焼成でも所定の形状・質感・色調の製品が得られ、既存の釉薬がそのまま使えたこと等、今後の常滑焼食器の素地土として良好な総合評価を得た。試作した食器製品例を写真3に示す。

4. まとめ

- (1) 成形性や加工性等に優れた開発素地土の性状を維持しながら、石英粒、シャモット、黒浜、顔料等を添加した素地土 380種を還元焼成及び酸化焼成した合計 780種の質感、色調の異なる素地見本を作成した。
- (2) 開発素地土を微粉砕した素地で曲げ強さ80MPa、さらに、アルミナを5%添加した素地で曲げ強さ90MPaの磁器素地と同程度の高強度素地を得た。
- (3) 開発素地土の長石分を、ペタライトとコーディエライトで置換えた調合で、若干の吸水（吸水率5～10%）を持つ土味のある、耐熱性素地（熱膨張係数 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度）を得た。
- (4) 新とこなめ焼食器素地開発研究会のメンバーと共同で、開発素地土及び各種バリエーション素地土を用いた多数の食器を試作・提案し、今後の常滑焼食器の素地土として良好な評価を得た。

謝 辞

製品試作を含む総合評価等において、新とこなめ焼食器素地開発研究会の協力を得ました。

同研究会（田尻 誠・鳥居高夫・加藤一房・小西通弘・喜多浩資・諏訪 強・吉田信義・鈴木 司・久田貴久・石堂道夫・伊藤成二・柴田勝一・竹内伸夫・田中辰弘・板村忠也）各氏に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 松下福三, 光松正人, 福原 徹, 永柳辰一, 田中正洋, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 26, 1～5(1999).

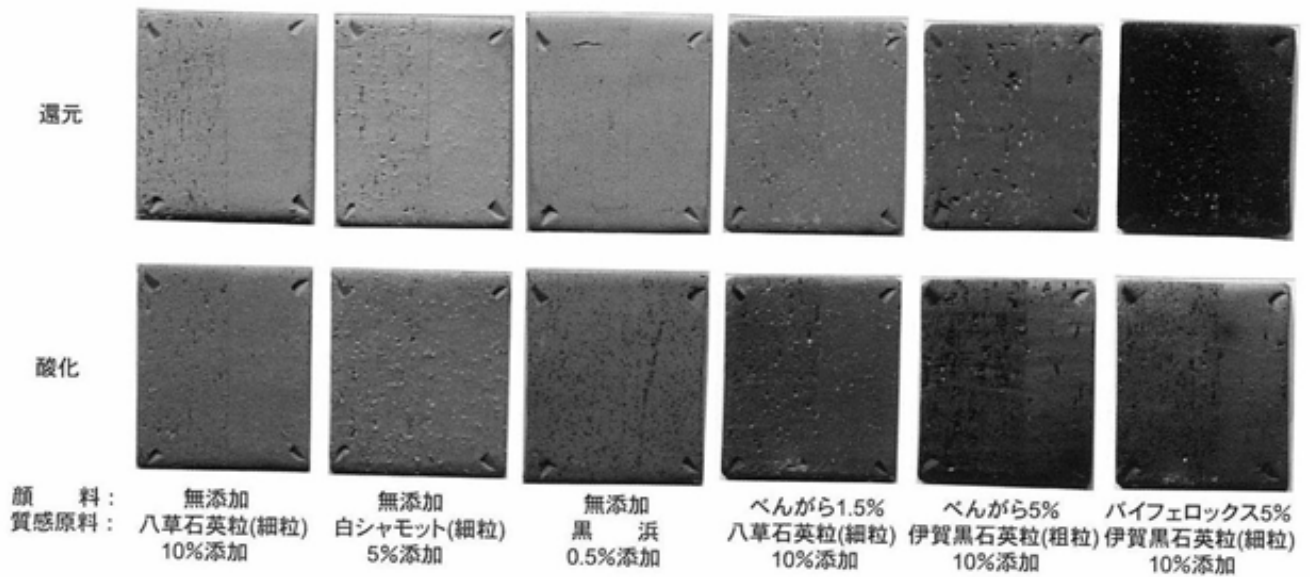


写真1 焼成素地見本

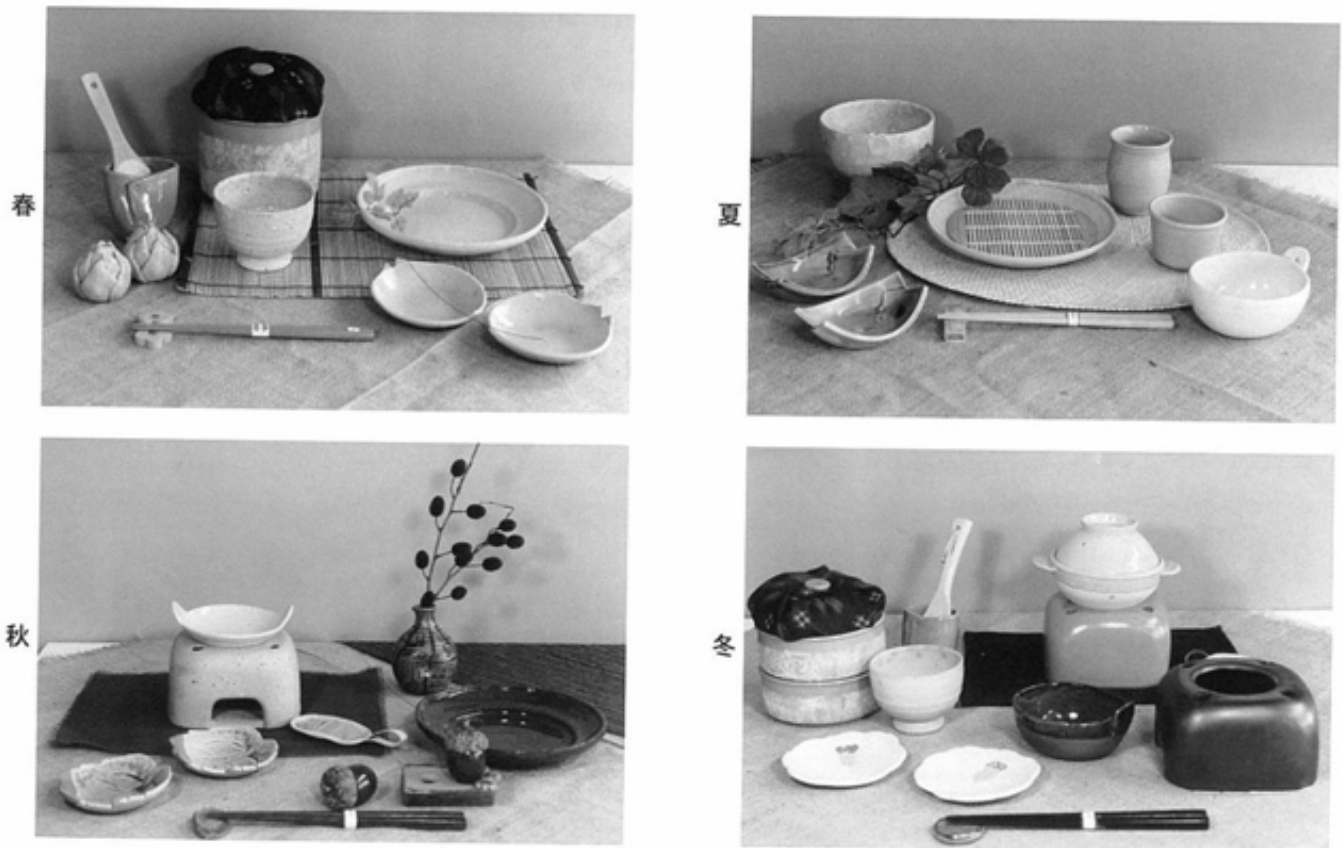


写真2 家庭用食器の試作提案【四季の器】

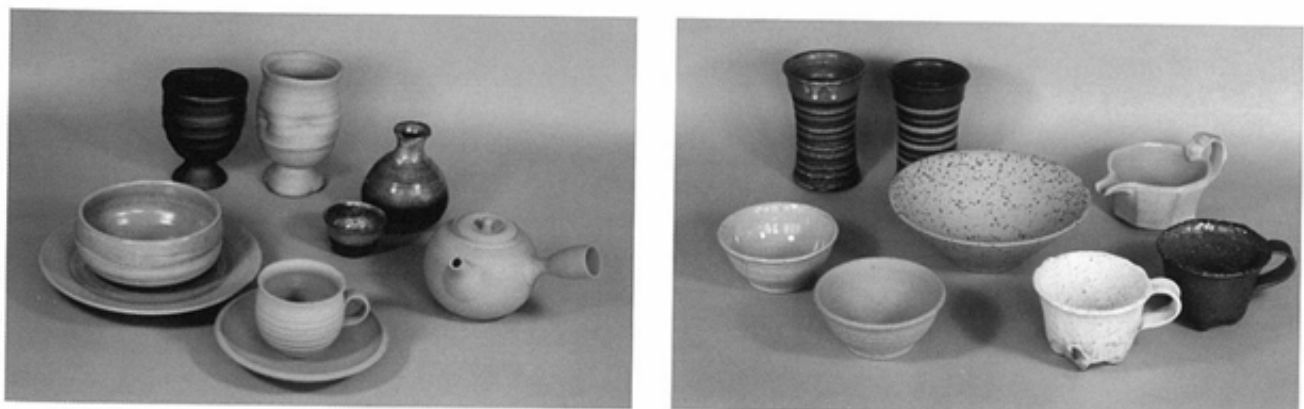


写真3 新とこなめ焼食器素地開発研究会の試作品