研究速報

アルコキシドの水熱処理による Al_2O_3 - SiO_2 系粉末の調製*

宗宮 重行**, 吉村 昌弘**, 鈴木 松郎***, 平石 俊一****

Shigeyuki Somiya, Masahiro Yoshimura, Matsuo Suzuki and Shun-ichi Hiraishi:
Preparation of Powders in the Al_2O_3 - SiO_2 System by Hydrothermal Treatment of Alkoxide.

Aluminosilicate powders were obtained by hydrothermal treatment of mixed alkoxide solution containing $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 2$ (mol ratio) with distilled water at 300–600°C under 10–100 MPa for 2 hr. Very fine crystalline pseudoboehmite (γ - AlOOH)-like phase was formed at 300–500°C under 10–100 MPa. Above 600°C, instead of the pseudoboehmite-like phase, amorphous product was formed under 10 MPa, Al-Si spinel under 50 MPa, and hydralsite ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), AS(H)-II (close to Al_2SiO_5), Al-Si spinel and a small amount of mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) under 100 MPa, respectively.

Transmission electron microscope (TEM) revealed that the pseudoboehmite-like phase obtained at 300°C under 50 MPa was thin plate of about 10 nm thick and 100 nm long, and contained homogeneously both Al and Si in the narrow area as a few hundreds nm², by energy dispersive spectrometric (EDS) analysis. The organic solvent such as benzene and alcohol might stabilize the fine crystals of pseudoboehmite-like phase and prevent the crystallization of hydralsite or AS(H)-II.

(Received August 11, 1983)

I 緒 言

近年, 金属アルコキシドを加水分解または加熱分解するアルコキシド法がセラミックス原料粉末の合成法として注目されている^{1,2)}. この方法は高純度の微粉末さらには均一に混合した複合系微粉体が得られるなどの特長を有する. Al_2O_3 - SiO_2 系についても Madziyasni and Brown³⁾, Yoldas⁴⁾ あるいは尾崎ら⁵⁾によりアルコキシド法を用いてムライト ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) 成形体あるいは薄膜の作成研究がなされている.

一方, 高温高压の水を反応媒体として用いる水熱合成法は常圧下の固相反応による合成法に比べ低温で反応が進行し, 高純度の単結晶粉末が得られるなどの利点を有する. Al_2O_3 - SiO_2 -(H_2) 系についても Roy and Osborn⁶⁾ や De Vijnck⁷⁾ により共沈ゲルなどを用いて相平衡研究が行われている. しかしアルコキシドを直接高温高压下の水で処理 (水熱処理) し微粉末を得た例はほとんど見られない状況である.

本研究の目的は, Al_2O_3 - SiO_2 二成分系アルコキシドを直接水熱処理しその初期生成物の解析を行い, 効率的なムライト原料粉末の合成法を開発するための指針を得ることである.

II 実 験

II-1 原料調製

攪拌機付き 500 ml 四つ口フラスコにアルミニウム・イソプロポキシド (商品名 AIPD, 川研ファインケミカル⁸⁾ 調製; 分子式 $\cdots(\text{i-C}_3\text{H}_7\text{O})_3\text{Al}$, 分子量 $\cdots 204.2$, 融点 $\cdots$ 約 131°C, 比重 $\cdots 1.035(20/4)$, Al 含有量 $\cdots 13.2 \pm 0.2\%$ 純分 $\cdots 99\%$ 以上) 88.2 g と, シリコン・テトラエトキシド (商品名エチルシリケート 28, 日本コルコート化学⁹⁾ 調製; 分子式 $\cdots(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4\text{Si}$, 分子量 $\cdots 208.3$, 比重 $\cdots 0.93 \sim 0.94$, 有効 SiO_2 分 $\cdots 28.8\%$, 残存塩酸分 $\cdots 0.01\%$ 以下) 30.0 g とを秤取した. ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ モル比 = 3 : 2) ここにベンゼン 240 ml を加え乾燥窒素気流中, 還流下 (78~80°C) で 5 時間攪拌溶解し, 混合アルコキシドのベンゼン溶液を得て水熱処理用の出発試料とした.

なお比較のためアルミナゾル (商品名アルミナゾル 20 日産化学工業¹⁰⁾ 調製; Al_2O_3 含有量 $\cdots 10.14\%$, pH $\cdots 4.99$, 粘度 $\cdots 370$ cps, 比重 $\cdots 1.1$, 安定剤 $\cdots$ 酢酸, 粒子形 $\cdots$ 羽毛状, 粒子サイズ $\cdots$ 平均 100 m μ $\times$ 10 m μ , 粒子荷電 $\cdots$ 陽性, 結晶形 $\cdots$ 無定形) とシリカゾル (商品名スノーテックス 0, 日産化学工業¹¹⁾ 調製; SiO_2 含有量 $\cdots 20.12\%$,

* 昭和57年11月本協会秋季大会, 昭和58年4月 Am. Ceram. Soc. 年会, 昭和58年5月窯業協会年會にて一部発表, 昭和58年8月11日受理.

** 東京工業大学工業材料研究所, 〒227横浜市緑区長津田町4259.

*** 同上 (大日本インキ化学工業(株)より派遣)

**** 大日本インキ化学工業(株), 〒103中央区日本橋3-7-20.

pH...2.55, 粘度...1.8 cps., 比重...1.1, 粒子径...10~20 μm , 結晶形...無定形, Na_2O 含有量...0.03%) との混合物(Al_2O_3 : SiO_2 モル比 = 3:2) を水熱処理用の試料に用いた.

II-2 水熱処理

内径 8 mm 長さ 60 mm の開口金カプセル中にアルコキシド試料溶液を入れ, 日機装機製中型ポンペ利用水熱合成装置 (TMP-MI 型, Tuttle and Roy 式ポンペ使用) を用い蒸留水を入れて加熱し 300~600°C 10~100 MPa で 2 時間水熱処理した. 温度はプラチネル熱電対を用いて圧力容器外壁で測定した. また所定の温度までの昇温速度は 2.5°C/min とした.

水熱処理終了後, 圧力容器を水につけて急冷し試料容器から水熱処理生成物を約 10 ml の蒸留水でビーカーに流出し, そのまま 120°C にて 24 時間乾燥した.

II-3 X線粉末回折法

乾燥試料をメノウ乳鉢でエタノールを用いて湿式粉碎し理学電機製ロータフレックス RU-200 型 X線粉末回折装置を用いて $\text{CuK}\alpha$ 線により生成相を同定した.

II-4 TEM 観察およびエネルギー分散分析

粉碎した試料粉末を超音波により水中に分散後, コロジオン膜をはった銅メッシュですくい取り, 日本電子製 EDS TEMSCAN-200CDX 透過型分析顕微鏡を用いて粉末形状の観察およびエネルギーの分散 (EDS) 分析を行った.

II-5 赤外線吸収スペクトル

粉碎した試料粉末を KBr 中に分散し, 錠剤を作成して赤外線吸収スペクトルを測定した.

III 結果および考察

Al_2O_3 : SiO_2 モル比 = 3:2 のアルコキシドのベンゼン溶液を出発物質とし, 温度 300, 400, 500, 600°C 圧力 10, 50, 100 MPa にて 2 時間水熱処理した生成物の X線粉末

回折法による同定結果を Table 1 に示した. これらの生成物の X線回折図形は Fig. 1, 2, 3 に示したが, 全般に幅広い回折線であり, いずれも低結晶性あるいは微細な結晶からなる生成物であると考えられる.

なお 500°C 以上の水熱処理では生成物は黒化していた. ガスクロマトグラフィーによれば分子量 100~300 程度の高分子量炭化水素が副生していた.

III-1 水熱処理温度の影響

圧力 10 MPa で温度を変えて水熱処理した生成物の X線回折図形を Fig. 1 に示した. Fig. 1 に見られるように 300~400°C の水熱処理による生成物は佐藤ら⁹⁾がアルミニウム塩類水溶液を中和して得た擬ペーマイト ($\text{AlOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) に類似した X線回折図形を与えた*. すなわち 300°C では低結晶性の擬ペーマイト類似相が生成し, 400°C ではこの擬ペーマイト類似相がやや結晶成長している. しかし 500°C では擬ペーマイト類似相の回折線は減衰し 600°C では X線的には非晶質物と見なし得る.

圧力 50 MPa で水熱処理した場合も (Fig. 2) 300°C で低結晶性の擬ペーマイト類似相の回折線が認められ, 400°C 500°C と温度が高くなるにつれ回折線は鋭くなった.

Fig. 1 X-ray powder diffraction patterns of products after hydrothermal treatment, at various temperature under 10 MPa for 2 h, of alkoxide (Al_2O_3 : SiO_2 = 3:2, mol ratio)
(B: Pseudoboehmite-like phase)

Fig. 2 X-ray powder diffraction patterns of products after hydrothermal treatment, at various temperatures under 50 MPa for 2 h, of alkoxide (Al_2O_3 : SiO_2 = 3:2, mol ratio)
(B: Pseudoboehmite-like phase, S: Al-Si Spinel)

Table 1 Products after hydrothermal treatment (for 2 h) of alkoxide (Al_2O_3 : SiO_2 = 3:2, mol ratio).

Temperature, °C	Pressure, MPa		
	10	50	100
300	B	B	B
400	B	B	B
500	B*	B*	B + H + A*
600	Am*	S*	A + H + S + M*

* with hydrocarbon

B: Pseudoboehmite ($\gamma\text{-AlOOH}$)-like phase
H: Hydralsite ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; after Roy and Osborn (1954))

A: AS(H)-II (close to Al_2SiO_5 ; after Aramaki and Roy (1963))

M: Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)

Am: Amorphous phase, S: Al-Si Spinel

* この相は Si を含んでいることが考えられるので本報告では擬ペーマイト類似と呼ぶことにする.

しかし 600°C ではこの擬ペーマイト類似相の回折線は消滅し $2\theta=25\sim 26^\circ$ および $2\theta=66\sim 68^\circ$ にわずかに幅広い回折線が認められる。 $2\theta=25\sim 26^\circ$ はムライトの主な回折線である(210)(120)の回折角に近く、 $2\theta=66\sim 68^\circ$ はムライトの前駆体である Al-Si スピネル¹⁰⁾の回折角に近い。

圧力 100MPa で水熱処理した場合も (Fig. 3) 300°C で低結晶性の擬ペーマイト類似相が生成し、 400°C で結晶化が進んだ。しかし 500°C では擬ペーマイト類似相の回折強度は低下し、別の相の生成が認められた。この新しく現れた相の回折線は Roy and Osborn が報告したハイドラルサイト (hydralsite: $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$) および Aramaki and Roy が報告した AS (H)-II (Al_2SiO_5 に近くやや Al_2O_3 リッチな組成、水和物とも云われている。)の回折線と一致した。 600°C ではもはや擬ペーマイト類似相は消滅しハイドラルサイトおよび AS (H)-II が結晶成長した。また 600°C では Al-Si スピネルおよびムライト ($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$) と思われる回折線もわずかに認められた。

Roy and Osborn⁶⁾ はカオリナイト、ナクライト、ディッカイト、ハロイサイトあるいは $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2$ ゲルを $405\sim 530^\circ\text{C}$, 5,000 $\sim$ 10,000 psi (35 $\sim$ 70 MPa), 6 $\sim$ 30日間水熱処理しハイドラルサイトの生成を認めている。

AS(H)-II は当初 D. M. Roy¹¹⁾ によりアンダルサイトと間違えられた相であるが、Fyfe ら¹²⁾はこの相はアンダルサイトよりもムライトに近い光学的方向性を持ち、しかもX線の性質あるいは屈折率はムライトとは異なることを示した。その後、Aramaki and Roy⁹⁾はこの相を AS(H)-II と名付け、X線回折法による構造解析を行った。この時、Aramaki and Roy は $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2$ ゲルを $500\sim 700^\circ\text{C}$, 500 $\sim$ 5000 bar (50 $\sim$ 500 MPa) 7日間水熱処理し、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2=1:1$ よりも Al_2O_3 リッチな組成で AS(H)-II が生成することを報告している。

これら過去の研究においては、いずれも6日間以上の長時間の水熱処理でハイドラルサイトおよび AS(H)-II

の生成が認められている。一方、本研究では $500\sim 600^\circ\text{C}$, 100 MPa にて、わずか2時間の水熱処理によりハイドラルサイトおよび AS(H)-II が生成することが明らかとなった。

Ⅲ-2 水熱処理圧力の影響

圧力の上昇は水和物の結晶化を促進した。すなわち、 $300\sim 400^\circ\text{C}$ での処理は擬ペーマイト類似相の結晶化を進め、 $500\sim 600^\circ\text{C}$ では Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O 3者の反応物であるハイドラルサイトおよび AS(H)-II の結晶化を促進した。注目すべきことは、水分圧の上昇により Al_2O_3 と SiO_2 間の反応が促進されており、 600°C 100 MPa では非水和物であるムライト ($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$) の生成がわずかではあるが認められることである。

Ⅲ-3 水熱処理生成の擬ペーマイト類似相について

単味のアルミニウム・イソプロポキシドを 300°C 50 MPa にて2時間水熱処理した生成物は Fig. 4 に示した X 線回折図形から分かるように高結晶性のペーマイト ($\gamma\text{-AlOOH}$) である。これに対し $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2$ モル比=3:2のアルコキシドを同条件下で水熱処理した場合 (Fig. 2) は低結晶性の擬ペーマイト類似相であった。この生成物(擬ペーマイト類似相)の TEM 像には Photo. 1 に示すように径 1 $\sim$ 5 μm 程度の粒子が観察される。Photo. 1 に併せて示した EDS 分析結果では、それぞれの粒子に Al と Si が検出されており Al_2O_3 単独あるいは SiO_2 単独の組成の粒子は観察されなかった。また Photo. 2 に示したように1つの粒子中の 1 μm 四方および径 20 nm のスポットの EDS 分析の結果でも、両者とも Al と Si が検出されており、しかもその比率は近似しているので Al_2O_3 と SiO_2 の局在は認められない。一方、この生成物のさらに高倍率の TEM 像 (Photo. 3) では、これらの粒子中には厚さ数 nm 程度、長は数100 μm 程度の薄い板状物が観察された。

これらの結果から、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2$ モル比=3:2のアルコキシドを水熱処理して生成した擬ペーマイト類似相は微細な板状物からなり、Al 成分と Si 成分が数 10 nm の単位では均一に混合しており遊離のペーマイト (γ -

Fig. 3 X-ray powder diffraction patterns of products after hydrothermal treatment, at various temperature under 100 MPa for 2 h, of alkoxide ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2=3:2$, mol ratio)

(B: Pseudoboehmite-like phase, H: Hydralsite, A: AS(H)-II, M: Mullite, S: Al-Si Spinel)

Fig. 4 X-ray powder diffraction pattern of boehmite ($\gamma\text{-AlOOH}$) obtained by hydrothermal treatment (300°C 50 MPa 2 h) of aluminum-isopropoxide.

Photo. 1 TEM photograph of the product after hydrothermal treatment (300°C 50 MPa 2 h) of mixed alkoxide ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 2$, mol ratio) and EDS analysis of each particle.

Photo. 2 TEM photograph of the product after hydrothermal treatment (300°C 50 MPa 2 h) of mixed alkoxide ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 2$, mol ratio) and EDS analysis of the areas a and b.

Photo. 3 TEM photographs of the products after hydrothermal treatment (300°C 50 MPa 2 h) of (A) alkoxide and (B) sol mixture ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 2$, mol ratio).

AlOOH はないものと考えられる。すなわちアルミニウム塩類水溶液を中和して得られる擬ペーマイト ($\text{AlOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$)⁹ とは異なるものと云える。Fig. 5 にはこの擬ペーマイト類似相の赤外線吸収スペクトルを同一水熱条件 (300°C 50 MPa 2h) で生成したペーマイト (出発物質: アルミニウム・イソプロポキシド単味) および非晶質シリカ (出発物質: シリコン・テトラエトキシド単味) と合わせて示したが, それぞれは異なったスペクトルであった。すなわち, 混合アルコキシドから得られる擬ペーマイト類似相は擬ペーマイト ($\text{AlOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) と非晶質シリカの混合物ではなく, Al と Si が格

Fig. 5 IR absorption spectra of products after hydrothermal treatment (300°C 50 MPa 2 h) of alkoxide.
A: Boehmite from Al-isopropoxide
B: Amorphous silica from Si-ethoxide
C: Pseudoboehmite-like phase from mixed alkoxide ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 2$, mol ratio)

子内に均一に分布した相であるものと考えられる。

多成分系のアルコキシドを加水分解して多成分系の酸化物あるいは水酸化物粉末を生成させる場合、各成分のアルコキシドの加水分解速度に差があれば目的組成と異なる粉末あるいは不均一な組成の粉末が生成する結果となる。島田らによれば混合アルコキシドの加水分解では生成物の $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比は出発組成と異なっていることが報告されている¹³⁾。このような不都合を避け得る方法としてアルコキシド法とゾル-ゲル法を組み合わせたゾル混合法、あるいは複合アルコキシドの常圧下での加水分解法などが所究されている²⁵⁾。一方、多成分系のアルコキシドを高温高压の水で処理（水熱処理）した場合にはアルコキシドの加水分解速度が速くなり、かつ各成分間の分解速度の差が縮まるので、均質な組成の粉末が、しかも簡単なプロセスで生成し得るものと考えられる。本研究においても $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 混合系のアルコキシドを直接水熱処理することにより Al 成分と Si 成分が均一に分布した擬ペーマイト類似相が得られることが分かった。

なお、アルコキシドを 300°C 50 MPa 2 時間水熱処理した生成物（擬ペーマイト類似相）を 1400°C 1 時間空気中で焼成した結果、ムライト単独相となった。一方、同じ水熱合成装置を用い、同じアルコキシドを常圧下 80°C にて 2 時間加水分解した生成物（非晶質）を空气中 1400°C 1 時間焼成したところ、ムライトの他に α -アルミナの生成が認められた。このことから、アルコキシドの水熱処理法は常圧下の加水分解法に比べて Al 成分と Si 成分の分離の少ない生成物を得られるものと考えられる。

Ⅲ-4 有機物の影響

Fig. 6 にはアルミナゾルとシリカゾルを $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ モル比 = 3 : 2 に混合し、 $300\sim 600^\circ\text{C}$ 50 MPa で 2 時間水熱処理した生成物の X 線回折図形を示した。このように、混合ゾルの水熱処理生成物はアルコキシドの同条件下での水熱処理生成物 (Fig. 2) より擬ペーマイト類似相、ハイドラルサイトあるいは AS(H)-II の結晶が成長している。このことから、アルコキシドの場合、溶媒として用いたベンゼンあるいはアルコキシドの加水分解で生成したアルコールなどの有機物が水のフガシティを下げ、擬ペーマイト類似相などの水和物の生成および成長を抑制したものと考えられる。有機物の共存する高温高压溶液（熱水）中におけるシリカおよびアルミナの溶解度は有機物の入っていない熱水中におけるよりも小さいことが考えられる。したがってアルコキシドから出発した方がゾルの場合よりも過飽和度が大きく、急速に多数の核生成が起こり微粒子になったものと考えられる。また、粒子表面に有機物が吸着されることにより、溶液（熱水）による溶解を受けにくくなり、初期に生成した

Fig. 6 X-ray powder diffraction patterns of products after hydrothermal treatment at various temperatures under 50 MPa for 2 h of sol mixture ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 2$, mol ratio)

(B: Pseudoboehmite-like phase, H: hydralsite, A: AS(H)-II, M: Mullite, S: Al-Si Spinel)

擬ペーマイト類似相は安定化され、分解してハイドラルサイトあるいは AS(H)-II の生成が防がれたことも考えられる。

この場合には擬ペーマイト類似相の表面に吸着された有機物が脱着に際して何らかの反応を起こすことが予想される。事実、 500°C 以上のアルコキシドの水熱処理では高分子量炭化水素が副生していることから、擬ペーマイト類似相と有機物との間に相互作用があったものと考えられる。

Photo. 3 には混合アルコキシドおよび混合ゾルをそれぞれ 300°C 50 MPa 2 時間水熱処理して生成した擬ペーマイト類似相の TEM 像を示したが、前者の方がより微細な板状物と観察される。これは、有機物の存在が擬ペーマイト類似相を微細なまま安定化しているためと考えられる。

以上のように有機物の存在は微細な擬ペーマイト類似相を安定化するのに有効であるが、より高温での水熱処理によりハイドラルサイト、AS(H)-II あるいはムライトなどの高次の反応生成物を得るためには阻害要因となる。このような場合には、水分圧を上昇させるか、あるいは有機物を除去して水熱処理することが必要となるものと考えられる。

なお Roy and Osborn はカオリナイト、共沈ゲルなどを出発物質として用いた水熱平衡研究において、 485°C 以上、5000~8000 psi (35~55 MPa)、3~30 日でムライトの生成を認めている。また De Vijnck は $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ モル比 = 3 : 2 の共沈ゲルを 600°C 400 kg/cm² (39.2 MPa) 7 日間水熱処理してムライト単独相を得ている。本研究では水熱処理による初期生成物を解析することを目的としたため、水熱処理時間は 2 時間とした。そのため、ムライトの生成はアルコキシドを出発物質とした場合は 600°C 100 MPa、ゾルを用いた場合は 600°C 50 MPa でわずかに認められるに過ぎなかったが、長時

間の処理を行えばさらに生成量は増大するものと考えられる。これらの研究は現在進行中である。

IV 総 括

$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ モル比 = 3 : 2 のアルコキシドを 300~600°C 10~100 MPa にて 2 時間水熱処理した結果、

(1) 300~500°C, 10~100 MPa の処理では低結晶の擬ペーナイト類似相が生成した。この擬ペーナイト類似相は Al と Si が均一に分布した厚さ数 nm 長さ数 10 nm の薄板状微粒子であった。

(2) 600°C の水熱処理では擬ペーナイト類似相が消滅し、10 MPa で非晶質物、50 MPa で Al-Si スピネルが生成した。

(3) 水分圧の上昇は水和物の結晶化を促進し、500~600°C, 100 MPa ではハイドラルサイトおよび AS(H)-II が生成した。

(4) 600°C 100 MPa では AS(H)-II, ハイドラルサイトとともに、Al-Si スピネルおよびわずかなではあるがムライトと思われる相が生成した。

(5) ベンゼンおよびアルコールなどの有機物の存在は水分圧の低下あるいは生成結晶粒への吸着などの作用のため、擬ペーナイト類似相の微結晶を安定化しハイドラ

ルサイトあるいは AS(H)-II などの生成を抑制した。

謝 辞

電子顕微鏡の観察に御協力を戴いた日本電子株式会社に深く感謝する。

文 献

- 1) K. S. Mazdhyasni: Ceram. Int., **8**[2] (1982), 42.
- 2) 尾崎: 工業材料, **29**[5] (1981), 85.
- 3) K. S. Mazdhyasni and L. M. Brown: J. Amer. Ceram. Soc., **55** (1972), 548.
- 4) B. E. Yoldas: Ceram. Bull., **59** (1980), 479.
- 5) 尾崎, 秀島, 児島, 篠田: 窯業協会年会講演予稿集, (1980), 124.
- 6) R. Roy and E. F. Osborn: Amer. Mineral., **39** (1954), 853.
- 7) Y. De Vijnck: Silicates Ind., **41** (1976), 451.
- 8) S. Aramaki and R. Roy: Amer. Mineral., **48** (1963), 1322.
- 9) 佐藤, 小沢, 寺田: 旭硝子工技, **16** (1970), 365.
- 10) G. W. Brindley and M. Nakahira: J. Amer. Ceram. Soc., **42**[7] (1959), 311.
- 11) D. M. Roy: Amer. Mineral., **39** (1954), 140.
- 12) W. S. Fyfe, F. J. Turner and J. Verhoogen: Geol. Soc. Amer. Mem., **73** (1958).
- 13) 南園, 平田, 島田: 窯業協会基礎討論会講演要旨集, (1982), 100.

会 告

微粒子及び多相系の国際シンポジウム 並びに国際微粒子学会年会

International Symposium-Workshop on Particulate and Multi-Phase Processes and 16th Annual Meeting of Fine Particle Society, **Miami Beach, Florida, U.S.A.** It will be held in Miami Beach, Florida, on **22-26 April, 1985**. Recent developments in aerosol science and engineering, microcontamination, suspensions and slurry transport together with an increasing interest in the particulate matter in the environment have resulted in renewed emphasis on multi-disciplinary research in particulate science and technology and multi-phase processes.

詳細は事務局にお問い合わせ下さい。

第22回 粉体に関する討論会

日 時: 昭和59年10月5日(金), 6日(土), 7日(日)
会 場: 秋田市文化会館 (秋田市山王7-3-1)
電話 (0188-65-1191)
共 催: 粉体粉末冶金協会, 日本化学会ほか

討論主題: 1) セラミックスと粉体 2) 粉粒体層物性
性と粉粒体プロセス 3) 粉体一般
4) その他

第1日 (10月5日(金)) — 9時10分から —
開 会 の 辞

— 9時20分から —

1. 複合風力分級機コンプレータの特性, ローラーミルの能力と粉体物性 (吉森批研)・吉森信夫
2. ゼオライトの微粉碎 (ジークライト)・伊藤晴夫, (山形大・工)高坂彬夫
3. 粒子形状と破砕性 (山形大・工)・神田良照, 幕田芳穂, 本間寅二郎
4. 螺旋気流 (Spiral Flow) による粉粒体乾燥実験について (白百合女子大)堀井清之, (旧石炭技研)村田逞詮, (川崎製鉄)宝田正和, 丸井智敬, (川崎鋳業)・三田 稔
5. 音波ふるいにおける通気効果 (名工試)・内海良治, 山本博, 榊田昭
6. 穀物サイロ払出中の発音現象と粉体圧について (日本鋼管)・明石哲夫, 鈴木光夫
7. 粉体の流動性におよぼす比表面積径の影響 (横浜国大・工)・綱川 浩
8. 傘型回転円板による異形粒子混合物の分離特性に及ぼす 2, 3 の要因 (富工大・工)・山本健市, 杉本益規