

速報: The 29th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (Cocoa Beach 2005) 参加レポート

鈴木 義和

京都大学エネルギー理工学研究所

suzuki@iae.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

2005年1月23日～28日の日程で開催された、第29回先進セラミックス・複合材料国際会議(以下、Cocoa Beach 2005)に参加し、3次元ネットワーク構造多孔室材料に関する研究成果の発表と情報交換を行ってきた。本稿では、筆者が参加したシンポジウムを中心に、アメリカにおける最新セラミックス研究開発事情などを交えてレポートする。日程の都合上、今回はこの国際会議の後半(27,28日)にのみ参加することができた。

2. Cocoa Beach 会議とは

Cocoa Beach 会議は米国セラミックス学会(以下、アメセラ)のEngineering Ceramics Divisionが中心となって例年開催している会議であり、かつては高温・構造材料が中心であったが、最近では電子セラミックスなども含めた広範囲のセラミックスについての講演が行われている。2004年、同Divisionが中心となってApplication寄りの学術誌¹を刊行したことから伺えるように、どちらかといえばApplication寄りの発表が多い。一部参加者からは、「アメセラの年会よりも面白い」との声が聞かれる会議である。フロリダ州オーランド近郊のCocoa Beachで開催されるため、正式名称でこの会議を呼ぶ人はほとんどおらず、セラミックス業界関係者でCocoa Beachといえば、この会議を指すといっても過言ではない。フロリダで会議という様々なアトラクションがあって楽しそうな気がするが、開催地はオーランド中心部から車で1時間程度のところにあり、ひたすら発表を聞き、ディスカッションを繰り返すというストイックなものである²。

¹ International Journal of Applied Ceramics Technology

² とはいえ、ケネディスペースセンターには比較的容易に行くことが可能である。初めて、あるいは2回目にこの会議に参加する日本人研究者には定番の見学スポットであるが、3回目以降となると、「ああ、スペースセンターね。」といった感じになってくる。

この会議の会場に到着すると、決まって皆の話題となるのが、「どうやって、いくらでCocoa Beachに来たか?」というものである。これは何度参加しても共通の話題である。挨拶代わりに、まずは10分程度この話題が続く。先にも少し書いたように、オーランド国際空港(MCO)から車で1時間程度かかる場所にCocoa Beachはあるが、私の知る限りでは、安い公共バス路線などは存在せず、シャトルバンやタクシーを利用することになる³。大体の相場はあるものの、交渉次第といった面も大きい。私が4年前にCocoa Beachに来たときには、一人でシャトルバンに乗っても、40ドル程度だったように記憶しているが、ガソリンの値上げが激しい昨今では、タクシーでメーターを使用した場合、1台90ドル前後が相場といったところである。事前にシャトルバンを予約しておけば、多少安く上げることが可能である。これは、もちろん1台当たりの価格であるため、数人でシェアすれば一人当たり2、30ドルとなり、このため、皆がいかに安く現地に到着できたかを自慢するわけである⁴。

今回私は、26日早朝に京都を立ち、ほぼ丸一日かけてオーランドに到着したが、すでに現地でも同日の夕刻過ぎとなっていた(Fig. 1)。Cocoa Beachに到着することができたのは夜になってからである⁵。

³ 上級者になるとレンタカーを借りるが、上には上がいて、レンタカーを借りた友人にうまく同乗させてもらう、というものである。右車線に慣れていない日本人の車に乗せてもらうのは多少リスクであるので、まあ、ハイリスク・ハイリターンといったところだろう。

⁴ 大学関係者や研究所関係者の多くは、なんとか海外旅費を確保したとしても、現地での交通費までは支給されないため、数10ドルを超えたあたりから、価格を気にするようである。

⁵ というわけで、私は高い方の相場で移動せざるを得ず、今回は、皆の自慢を聞く側に回っている。



Fig. 1 夕暮れのオーランド空港。

3 . Cocoa Beach 2005 レポート：1月27日午前

さて、前置きが少し長くなったが、ここからは実際に Cocoa Beach 会議での発表を紹介していきたい。前回のレポートでも書いたように、アメリカの国際会議の朝は早く 8:00 には講演がスタートする。27日は超高温材料と In Situ (その場) 評価のセッションを中心に参加した。」

8:00 ~ Dr. M. M. Opera, Naval Surface Warfare Center

オーガナイザ自らが、自分を Invite にしてしまう、というのは日本人的な謙虚な発想では考えにくいことであるが、アメリカでは「アリ」である。最初の講演は米海軍研究所の Opera 氏の招待講演である。熱力学データ(エリンガム図など)を用いて、酸化物・非酸化物系の比較を行い、特に Hf 系について詳細にデータが報告された(Fig.2)。



Fig.2 Dr. Mark M. Opera の講演風景

同氏によると、熱伝導度は $HfB_2 > HfC > HfO_2$ の順であり、熱膨張は $HfC, HfB_2 < HfO_2$ の順であるため、硼化物系が望

ましいということであった。また炭化物と窒化物では、非化学量論組成になったときに高融点を保つのは窒化物の方であること、 HfB_2 に SiC を添加すると表面酸化層の密着性が増すこと、表面酸化層にはボロシリケートガラスが望ましいことなどが示された。また、炭化物は表面酸化層がポーラスになってしまうことなどが説明された。極言すれば、「HfC よりは HfB_2 の方が良い」とのことである。 YB_4 が超高温材料として期待できることにも言及があった。

8:40 ~ Dr. A. Bellosi, CNR-ISREC, Italy

この講演も HfB_2 に関するものであり、ドイツの FTC システムという放電プラズマ焼結システムを使った焼結プロセスが紹介された。日本で放電プラズマ焼結といえば住友炭鉱業のものが有名であるが、海外ではほかのシステムも使われているようである。米 CERAC 製の HfB_2 粉末を原料とし、助剤として Si_3N_4 を添加することにより緻密体が得られることが示された。焼結過程で $Si_3N_4 + 2B_2O_3 + 4BN + 3SiO_2$ の In Situ 反応が生じ、7%程度 BN が分散した構造をとることも示されている。

9:00 ~ Dr. F. Monteverde, National Research Council, Italy

先の CNR-ISTEC と共同研究している同じくイタリアのグループからの発表である。 HfB_2 -SiC の SPS 焼結、また、 $(2+x)Hf + (1-x)Si + B_4C \rightarrow 2HfB_2 + (1-x)SiC + xHfC$ という反応焼結プロセスも紹介された。実際には、 HfO_2 や SiO_2 も共存するとのことであり、HfC が増えると高温特性が低下するとの指摘があった。SPS- HfB_2 系で 1500 でも 600 MPa 程度の高温強度を示す材料が得られているそうである。



Fig.3 Dr. F. Monteverde の講演風景

9:40 ~ Prof. W. M. Kriven, University of Illinois at Urbana- Champaign

さて、ここからは In Situ 評価のセッションである。招待講演者の Prof. Kriven からは、シンクロトロン X 線に Quadrapole Lamp Furnace を取り付けた In Situ 高温 X 線回折の発表があった。2000 まで測定可能であり、Pt30Rh-Pt6Rh 系の熱電対を用いることで、1700 まで ± 10 の精度で測定ができるとのことである。試料としては、直径 400 ミクロン程度の針状の焼結体試料などを用いるとそうである。より高温での測定には、内部標準として CeO_2 (融点 2300) や MgO (融点 2800) を針状サンプルの表面にコーティングし、格子定数の変化から温度を補正するというテクニック (J. Appl. Cryst., 35, 103-107, 2002) が紹介された。2000 でも ± 30 程度の精度があるとのことであり、 DyNbO_4 , YNbO_4 , Ta_2O_5 , DyTiO_5 などの Ferroelastic 材料 (応力-ひずみ曲線にヒステリシスがあるもの) の相変態挙動の解析に用いているとのことである。特に、 DyNbO_4 は ZrO_2 に継ぐ、次世代相変態強化材料になりうる可能性が示唆された。

10:20 ~ Dr. J. A. Zaykoski, Naval Surface Warfare Center

プログラムの変更があったとのことで、オーガナイザの Opera 氏と同じグループである Zaykoski 氏より、 YB_4 についての講演があった。 YB_4 はピッカース硬度が 2740kg/mm^2 (加重 1kg で測定) と Al_2O_3 の倍程度の高硬度を示すこと、 $\text{Y}_2\text{O}_3+\text{B}_4\text{C}$ の還元反応焼結で合成できること、 $2\text{YB}_4+7.5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{YBO}_3+3\text{B}_2\text{O}_3$ の式に沿って酸化すること、純粋な YB_4 は 1200 以上で急激に酸化すること、SiC と複合化した系では耐酸化性が改善されることなどが紹介された。



Fig.4 Dr. Zaykoski の講演風景

しかし、SiC と複合化した系でも 1200 以上では共融反

応が生じ、機械的特性は大幅に低下することのことである。他の複合系としては、 YB_4/AlN 系が相安定性が高いことが示された。質疑応答では、「ピッカース測定で加重 1kg は低すぎるのではないか？」との指摘が飛び、私も「うんうん」と頷いていたのだが、「やはり 1kg にすべき」などとの激しい応戦があった⁶。

10:40 ~ Dr. J. P. Hodges, Oak Ridge National Lab.

オークリッジの Hodges 氏からは、建設中の Spallation 中性子源施設についての招待講演があった。X 線と同程度の波長を使ってもかなり多くの情報を引き出せるのでは非中性子源を使ってほしい、との内容であった。負の熱膨張特性を示すことで注目されている $\gamma\text{-ZrW}_2\text{O}_8$ 系 (結晶格子が大きいので X 線のみでは解析が難しい) などの解析例も紹介されている。このほか、POWGEN3 という高分解能粉末回折施設や SNAP という超高压用回折施設の建設状況が紹介された。

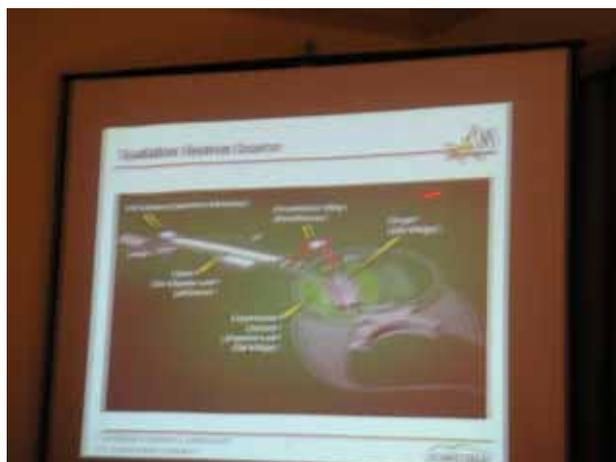


Fig.5 Dr. Hodges の講演風景

⁶ このようなディスカッションを聞いたのは、5年ぶりくらいである。

11:20 ~ Prof. I. Low, Curtin Univ. Australia

オーストラリアの Low 氏からは低熱膨張セラミックスとしてよく知られている Al_2TiO_5 の高温中性子線回折についての講演があった。 Al_2TiO_5 は融点が 1860 であり、マイクロクラックが生じることで低熱膨張を示す材料であること、金属との濡れ性が低いこと、真空中で 1100 で分解し酸素分圧が安定性に大きな影響を与えることなどが説明された。



Fig.6 Prof. Low の講演風景

お昼休み：ココアビーチの風景

先にも書いたように、ココアビーチ周辺はあまり建物も密集しておらず、車がないと厳しい。ただ、会場となっている Double Tree Hotel の向かいには、大きいスーパーもありそこで買い出しも可能である。A1A 大通り沿いには、ホテルやモーテルが点在するが、散歩がてらに少し歩けば、多少の食事スポットを見つけることも可能である。建物の多くは、1階建てか2階建てである。

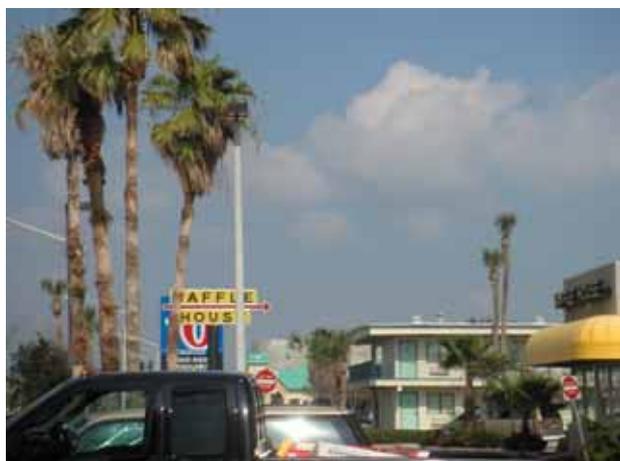


Fig. 7 Double Tree Hotel から徒歩 10 分程度北上。



Fig. 8 Cocoa Beach は大体こんな感じです

4 . Cocoa Beach 2005 レポート：1月27日午後

午後のセッションでは NMR や MS 等、種々の評価方法が紹介されている。以下、順を追って見ていきたい。

13:20 ~ Prof. R. F. Marzke, Arizona State University

さて、午後のセッションでは、招待講演として Marzke 氏より ^{27}Al NMR などの NMR 手法とラマン分光等を組み合わせたセラミックスの評価法が説明された。 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ 系の局所構造の解析などに非常に有効とのことである。

14:00 ~ Dr. A. Savir, NASA Glenn Research Center

午後のセッション 2 人目は、NASA の Savir 氏の招待講演である。同氏は、レーザー溶融法を用いて、 $\text{HfO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{TiO}_5$ など様々な系を研究しているとのことであり、共晶点から少しずらした HypoEutectic 組成等での変形挙動等を報告している。宇部の和久氏の研究で有名な MGC (Melt Growth Composite) についても言及があった。また、単結晶ムライトは、非常に耐クリープ性が高く良い材料であるとのコメントがあった。

14:40 ~ Dr. E. Opila, NASA Glenn Research Center

引き続き NASA のグループの報告である。高温材料の安定性について、Opila 氏からの説明があった。Knudsen Effusion Mass Spectroscopy (KEMS) や Free Jet Sampling Mass Spectroscopy (FJSMS) などの手法で、発生するガス種を分析することである。ガスと固体との間の熱力学的パラメーターを決定するのに非常に有効ということだそう。最近、一部で話題となっているシリコン含有構造セラミックスに対する高温水蒸気腐食についても触れられ、 $\text{Si}(\text{OH})_3^+$ などのガス種を検知・分析することである。



Fig. 9 Dr.Opila の講演風景

Opila 氏の講演の後、筆者は会場ホテル内に設置されている高速インターネットアクセスポイントに向かった。メールで送られてくる至急案件をいくつか処理するためである。昨今、学会中でも雑用からは逃れることは困難である。IT の進化は果たしてプラスと言えるのだろうか・・・

さて、コーヒブ레이크の後、筆者は筆者自身の発表が組み込まれている「セラミックスの環境応用」シンポジウム(S4)に参加した。このシンポジウムのオーガナイザは筆者の産総研時代の先輩で、シナジープロジェクトでも同じグループであった産総研の M. Brito 氏である。



Fig. 10 Dr. Brito によるシンポジウム主旨の説明

16:00 ~ Dr. M. Stranzenbach, German Aerospace Center

Stranzenbach 氏の講演では、La-Mn 系のマグネトプランバイト相を用いた酸化雰囲気下での NOx 除去に関する結果が報告された。LaMnAl₁₁O₁₉ 相はゾルゲル法や PVD で作製するとのことで、FTIR を用いた NO 系ガス種の脱・

吸着挙動の解析例も示された。

16:20 ~ Dr. T. Tao, Corning Incorporated, NY

このシンポジウム(S4)でもっとも目立ったのが、コーニングのグループによる発表である。その第一段として Tao 氏より高気孔率コーディエライトフィルターについての発表が行われた。日米欧の NO_x-PM 規制の現状と今後について触れた後、DPF に必要な特性として、気孔率が 60~70% であること、気孔径が 15~25 ミクロンであること、気孔径分布が狭いこと、などが説明された。Corning では Generation II と呼ばれる次世代フィルター材料を開発中とのことである。会場からは、「組成は?」「気孔形成剤は?」などと矢継ぎ早に質問が飛び交ったが、「組成については、一切答えられない」とのコメントが Tao 氏からあった⁷。



Fig. 11 Dr. Tao の講演風景

また、Tao 氏より続けて SCR 触媒についても報告が行われている。V₂O₅-WO₃-TiO₂ 系の触媒によるアンモニアや NO の改質などが紹介された。

17:00 ~ Dr. M. Awano, AIST, Japan

27 日のシンポジウムもそろそろ終わりに近づいてきた。Tao 氏に続いて、産総研の淡野正信氏より酸素共存下での NOx 分解触媒についての発表が行われた。第 2 期シナジーセラミックスプロジェクトでの研究テーマを発展させたものであり、ナノ多孔体による気体透過制御や NOx 除去用試作デバイスなどが報告された。

⁷ とはいうものの、翌 28 日のコーニングの発表では組成についても色々触れられていた。このあたりは、グループ内でも情報統制がまちまちなのだろうか・・・ 「日ガイからの質問が出たら面白いな」と思って聞いていたのだが、筆者の知る限りでは日ガイからの質問は出なかったようである。

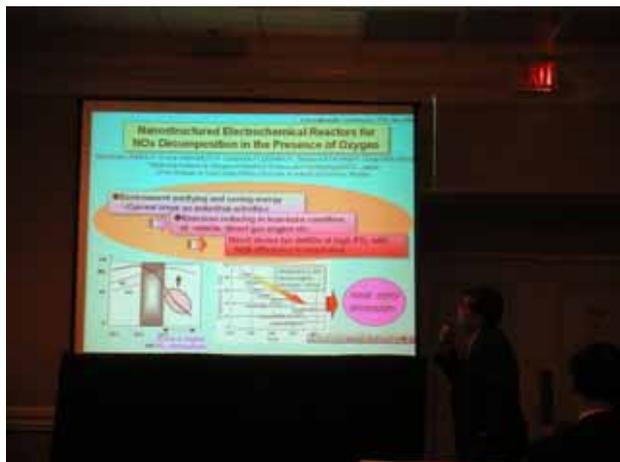


Fig. 12 産総研 淡野氏の講演風景

筆者の発表は翌 28 日の朝イチで、8:00 からである。今回、新ネタ発表であり、データも「できたてほやほや」の状態だったので 27 日は 27 時過ぎまでスライド作りに勤しむこととなった⁸。

5 . Cocoa Beach 2005 レポート：1 月 2 8 日午前

28 日は Cocoa Beach 国際会議の最終日であり、会場ホテル全体としては人の数がやや減った印象があったが、S4 のシンポジウム会場（28 日のテーマは多孔体）については、かなり多くの人が集まっていた。

8:00 ~ Dr. Y. Suzuki, Kyoto University, Japan

朝イチは筆者の発表である。筆者が助成を受けている科研費プロジェクトの一環として、3 次元ネットワーク型多孔質複合材料(UPC-3D⁹)についての報告を行った。UPC-3D は筆者が産総研に所属し、シナジーセラミックスプロジェクトに参画していたときに開発した、気孔径分布が非常に狭い特異な構造を持つ多孔体である。

シナジーセラミックスプロジェクトが終了した現在では、筆者が在籍する京都大学にて、様々な新しい複合材料系について UPC-3D の開発を開始している。今回は、構造材料を中心とする Cocoa Beach 会議ということもあり、参加者（ならびに共同研究者の P.E.D. Morgan 博士）の関心が高い、Al₂O₃/monazite 系の 3 次元ネットワーク多孔体について報告を行っている。

筆者の報告の後も、様々な多孔体についての報告が行われたが、その中でも特に面白かったのが、ドイツ University

of Erlangen-Nuernberg の Zampieri 氏らのグループによる植物繊維を造孔剤とした多孔体¹⁰、そして、Corning グループから低熱膨張多孔体の発表であった。

8:40- Prof. A. Zampieri, University of Erlangen-Nuernberg

植物の繊維を用いて、階層構造を持つ多孔体の作製についての報告が行われた。Luffa や Rattan などの植物がフィルター構造を作製するのにちょうど良いそうである。



Fig. 13 Luffa という植物による多孔体テンプレート

9:00 - Dr. P. Patel, Powdermet Inc., OH

パウダーメットの Patel 氏からは、Carbon や SiC を用いた多孔体フォームについての講演があった。どちらかというところプロモーション色の強い講演だったが、スペースシャトル用タイルの代替を狙っているとのことである。

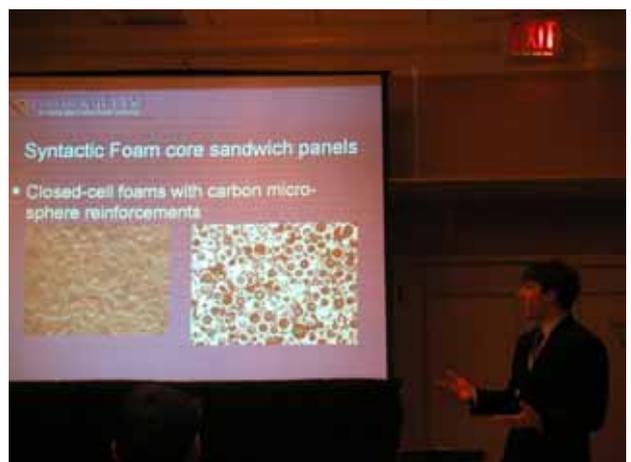


Fig. 14 Patel 氏によるセラミックフォームの紹介

⁸ ただ、時差の影響もあってか、これくらいの時間帯の方が調子が良かったりするものである。

⁹ UPC-3D について：Y. Suzuki, N. Kondo, T. Ohji and P. E. D. Morgan, Int. J. Appl. Ceram. Tech., 1 [1] 76-85 (2004).

¹⁰ 日本でも、珪化木などの研究が行われているが、そのイメージに近い。

9:20- Prof. N. Travitzky, University of Erlangen-Nuernberg

2つ前の講演と同じく、ドイツの Erlangen-Nuernberg 大のグループによる講演である。シリコンゴムで閉気孔をもつプレセラミックフォームをつくり、炭化処理によって SiC 多孔体を作製している。ゴムで出来たフォームを指で押して変形させる動画など、見ていて楽しい講演であった。



Fig. 15 シリコンゴムを使った多孔体セラ前駆体

10:00- Dr. D. L. Tennent, Corning Inc., NY

さて、休憩を挟んで、コーニングのグループによる発表である。同社は DPFC (ディーゼルパーティキュレートフィルター) 用の低熱膨張多孔体として Al_2TiO_5 系の開発に取り組んでおり、SrO 系の Feldspars と AT 系の材料で 1000 での熱膨張係数が $6 \times 10^{-7}/$ 程度のものが得られるとの報告があった。ほかにも AT とムライトの複合材料の熱膨張特性などが発表されたが、コーゼライトと比べてかなりヒステリシスが大きいそうである。



Fig. 16 Tennent 氏の講演風景

10:20- Prof. C. Zollfrank, University of Erlangen-Nuernberg

再び、Erlangen-Nuernberg 大のグループによる講演である。昨日の講演と同様、セルロースファイバーを用いた多孔体に関する講演であったが、この発表では、Al や Si などの金属粒子を含浸させた Pre-ceramic Paper について説明が行われた。段ボール状のプレセラミックペーパーなどもあり、Si 含有の「紙」を焼くと SiC 多孔体ができることである。すでにパイロットプラントとして生産を開始しているとのことであり、今後の動きに注目したい。



Fig. 17 セラミックペーパーについての講演

10:40- Dr. S. W. Mallicoat, University of Illinois at Urbana-Champaign

続いて、イリノイ大アーバナシャンペン校の Mallicoat 氏より Alkali Bonded Ceramics (ABC) についての講演が行われた。ABC には Clay や Fly Ash, Slag などが含まれ、多孔体とすることで水質浄化フィルターなどに用いられている。同氏の講演は定刻の 5 分ほど前に終わったが、共同研究者 (ボス?) である Prof. W. M. Kriven 教授 (アメセラの Fellow) より、この講演に対するコメントの形で、約 10 分に及ぶ長い追加スピーチがあった。壇上にはすでに次の講演者が上がっており、一部苦笑いも見られたが、同氏のジオポリマー (セメント代替材料) に対する情熱がはっきりと印象づけられることとなった¹¹。

11:00- Dr. M. Nycz, Rutgers University, NJ

このシンポジウムも終盤にさしかかってきたが、Nycz 氏より鍛造やテンプレート法など、種々の方法で作製した異方性材料についてのレビュー的な講演があった。同氏の講演では、筆者の元同僚 (先輩) である、近藤氏の鍛造焼

¹¹よほどの大物でないと、このような「講演乗っ取り」テクは使いにくいですが、かなり有効な手であることは間違いがない。

結晶化ケイ素なども紹介されていた¹²。

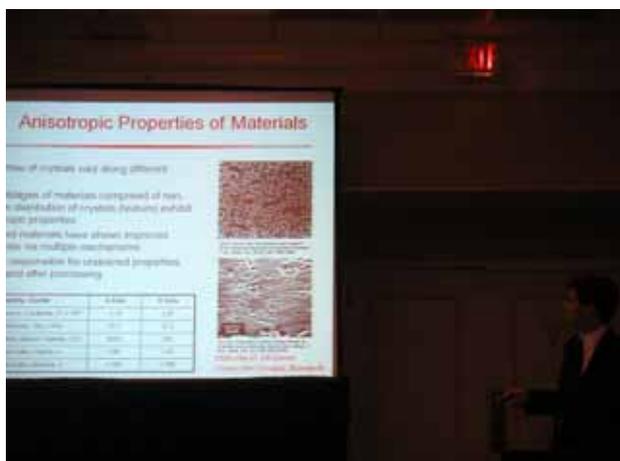


Fig. 18 異方性セラミックスについての講演

11:20- Dr. M. Dejneka, Corning Inc.

またまたコーニンググループの発表である。低熱膨張セラミックスへの Wash Coat プロセスと新しい低熱膨張セラミックスについての講演である。ZrO₂-Nb₂O₅系など数 10 種類の系についての紹介があり、特に、Ti₂Nb₁₀O₂₉系については詳しい説明があった。CaAl₄O₇等と同様にb軸方向に負の熱膨張を示す材料であり、すでにハニカム等の試作が行われているとのことである。Ti₂Nb₁₀O₂₉はかなり鋭い針状結晶からなっており、触るとチクチクしそうな材料である。筆者は「アスベストの様な危険性はないのか?」という質問をしたのだが、「アスベストよりはかなり粒径が大きいので、多分問題ない」というコメントが返された。



Fig. 19 ZrO₂-Nb₂O₅ 低熱膨張セラミックス多孔体

¹² よく見ると筆者の名前も小さく書いてあった。思わぬところで自分の名前を見つけるのは楽しいものである。

11:40- Dr. C. Chen, Nagoya Institute of Technology, Japan

名工大淡路先生のグループの Chen 氏による講演である。
-Al₂O₃ 中に PMMA ビーズを造孔剤として添加して作製した、傾斜組成をもつ中空シリンダー状の多孔体についての報告があった。



Fig. 20 Chen 氏による講演風景

12:00- Prof. P. H. Pastila, Tampere University of Technology, Finland

さて、このシンポジウムの講演も残すところ後 2 つである。Pastila 氏は、はじめに「この会場はちょっと暑いですが、この写真を見て涼しくなってください」とフィンランドの写真を見せ軽く笑いをとったあと¹³、SiC 多孔体フィルターの高温水蒸気雰囲気下での引っ張り試験についての報告を行った。



Fig. 21 Pastila 氏による講演風景

¹³ 少々疲れ気味の雰囲気の中で、このようなウィットに富んだ講演はありがたいものである。

12:20- Dr. G. M. Crosbie, Ford Motor, MI

さて、いよいよ最後の講演である。このセッションの座長を務めていたフォードの Crosbie 氏より DPF の Quasi-Ductile Behavior についての講演があった。アメリカの自動車メーカーにおいても、DPF への関心はかなり高いようである。ハニカムの曲げ試験などについては、標準化も行われておらず難しい課題であるが、同氏は、壁面エッジ部分を残した試料で破壊試験を行うという方法を紹介していた。



Fig. 22 Crosbie 氏による講演風景

6. おわりに

4年ぶりの Cocoa Beach 参加だったが、色々面白い話も聞くことができ大変有意義だった。前回のレポートでも書いたように、細かくメモをとりながら参加することで、短い滞在ながらも非常に有意義な時間を送ることができたと考えている。国際会議中、ジェットラグに負けない方法は、手をひたすら動かしてメモを取り、集中してよく聞くことといえるだろう。参加者とも色々ディスカッション

することができた。今後、新しい共同研究につながっていくかもしれない。



Fig. 23 デトロイト国際空港（経由地）内の噴水

本稿が、セラミックス関連の技術開発を行われる方々にとって少しでもご参考になれば幸いです。

帰りの飛行機にて。2005年1月30日執筆

謝辞

今回の Cocoa Beach2005 参加は、科学研究費補助金 若手研究 (A) 三次元ネットワーク多孔質セラミックス複合膜の創製と新規複合塩多孔質前駆体の合成 (16685019) の一環として行われました。記してお礼申し上げます。

補足・免責事項

本稿は講演の合間に大急ぎでとったメモを元に行っているため、多少誤りがあるかもしれません。参考程度にお考えください。写真掲載に不都合がある場合は、削除いたします。お手数ですが、ご連絡くださいますようお願いいたします。また、写真の無断転載等のご遠慮ください。

Copyright (c) Yoshikazu Suzuki, 2005