

速報：106th Annual Meeting & Exposition of The American Ceramic Society (2004年米国セラミックス学会年会) 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

2004年4月18日～21日の日程で開催された、第106回米国セラミックス学会(以下、アメセラ)に参加し、京都大学での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。なお、日程の都合上、筆者が参加できたのは19日の14:00頃(現地時間)からである¹。

2. アメセラ年会レポート：4月19日

さて、メイン会場の国際会議場内でレジストレーションを済ませたのち、隣接するマリオットホテル内での会議室に移動し、次年度年会シンポジウムオーガナイゼーション会議に出席した。この会議は14:00から始まっていたが、なんとか20分遅れくらいですべり込むことができた²。2005年の年会シンポジウムには22件もの提案が寄せられている。Nanoに関するシンポジウムは4件もあり、これら重複整理をどうしていくかで参加者(多くは、これまでのシンポジウムオーガナイゼーション各部長)による熱い議論が交わされた(Fig.1)。やはり、アメセラでも「ナノ」を柱にして活性化を図るべく、様々な案が練られているのである。

筆者らは *In Situ Process & In Situ Characterization* についての新規シンポジウムを提案しているが、参加人数によっては、アルゴン国立研究所の Dr. J. P. Singh、NASA の Dr. Bansal らのシンポジウムに合流させて頂くことになるかもしれない。また、サンディア国立研究所の Dr. S. Jill Glass から色々と前向きなアドバイスを頂くことができた。この会議は15:30頃には終了した。



Fig. 1 2005年シンポジウム案の検討風景

さて、19日の講演はほとんど終了していたこともあり、一旦ホテル³にチェックインして荷物を置き、併設されている Exposition (展示会) に参加した。筆者がアメセラの年会に来るのは2000年のセントルイス以来4年ぶりであるが、正直なところ展示会の規模については4年前に比べて縮小しているという印象は否めない。

焼成炉などの製造装置関連のブースが比較的多い一方、分析機器関連のブースがやや少ないが目立つ。また、大量の Sample Issue を配ることで有名な Elsevier のブースは今回はなかった。Kluwer のブースでは、*J. Mater. Sci.* に *J. Mater. Sci. Lett.* を併合するとのアナウンスが行われており、学術雑誌についても大きな再編の動きが見て取れる。

会場は多少狭いなりにも多くの人に来てにぎわっていた(Fig.2)。恒例のパターゴルフイベントが今回も行われていたのはこの展示会のユニークなところである。

¹ 日本を19日に出発してから、休みなしでなんとかたどり着いた。

² 筆者は産総研先進プロセス研究部門の近藤直樹氏、G. J. Zhang 氏とともに、2005年年会でのシンポジウム開催を提案しており、こうしたオーガナイゼーション候補による会合である。

³ Best Western Hotel が国際会議場の南1ブロックのところにおいて、結構便利である。部屋から無料でインターネットが使える。



Fig.2 展示会の風景

この展示会は 20 時まで開催されていたが、19 時ごろには少しずつ人も減り始め、筆者も会場を後にした。

3 . アメセラ年会レポート：4月20日

アメリカの学会は朝が早い。8:00 には講演プログラムがスタートする。まず、ナノマテリアルのセッションから見てみることにした。

8:00 ~ Dr. M. N. Rittner, Business Communication Co.

Nanomaterials What's Now ? What's Next ?と題した Invite 講演であり、会場は満員だった (Fig. 3) 。

まず、What's now として

- Chemical Mechanical Polishing (CMP)
- Magnetic Fluid Sealing
- Transparent Functional Coating (ITO etc.)
- Magnetic Recording Tapes
- Hard Disks and GMR Heads
- Power Transformation Cores
- Sunscreens
- MRI Contrast Agents
- Biomagnetic Separations

が挙げられた。超微粒子を用いた磁性材料が多いのに気づく。

また、What's next として

- Photocatalyst
- Propellants (ロケットの推進剤)
- Drug Delivery and Disease Treatment
- Biochips
- Magnetic RAM
- Silicon Nanocrystal Memory
- Nanotube or Nanowire Memory
- Logic Technology, carbon nanotube FET

が挙げられている。バイオ応用とメモリー応用が目立つ。シリコンナノ結晶メモリーはフラッシュメモリーよりも安くなるのではないかというコメントがあった。また、nanotube memory では、有力特許として U.S. Patent 6574130 への言及があった。

2003 年現在、fumed silica を含むナノ材料の市場規模(US か?)は \$ 825M とされ、うち、\$704M がナノ粉末、\$91M がナノコンポジット、また、\$20M がナノチューブによるものである。



Fig. 3 Dr. M. N. Rittner (BCC)の講演風景

ここでナノの会場を一旦後にし、Government Funding のセッションに向かった。このセッションはアメセラの前会長でもある、Pennstate の Messing 教授がオーガナイズしていたものであり興味深い。こちらもナノとは雰囲気異なるものの会場は満員である。

8:30 ~ Dr. L. D. Madsen, National Science Foundation

NSF による予算説明会という雰囲気である (Fig.4) 。



Fig. 4 Dr. Madsen (NSF)による講演

日本で言えば、さながら科研費説明会というところだろう。Madsen 氏によれば、NSF による Ceramic Program Funding は\$10,000,000 程度とのことである。「2004 年度は低予算で申請件数が増えるので厳しくなる。申請書はきちんと書くように」という説明が行われる。なお、NNI (国家ナノテクノロジーイニシアティブ) の枠組みでは NSF で\$255M、また全体で\$847M と増加傾向にあることが示された。

9:00 ~ Dr. Altaf H. Carim, U. S. Department of Energy

次に、DOE, Materials Research in the Office of Basic Energy Sciences の Carim 氏より DOE の研究予算についての講演があった。DOE の研究開発は日本で言えば、資源エネルギー庁と NEDO をミックスしたようなものだと考えればよいだろう。また、DOE の傘下にはブルックヘブン、オークリッジなどの国研があり、旧・工業技術院(現・産業技術総合研究所)に近い側面ももつ⁴。DOE による DMSE プロジェクトは 2001 年度で 90 件程度であり、新規については採択率が 20% 程度であるとのコメントがあった。



Fig. 5 Dr. Carim (DOE)の講演

9:30 ~ Dr. William S. Coblens, DARPA

さて、次は DARPA である。DARPA とは、Defense Advanced Research Projects Agency の略で、日本で対応する機関を探すのが難しい。あえていえば、防衛庁の研究開発企画を担当している部署というところだろうか。日本では防衛庁がグラントを出して材料研究をさせるということはないが、アメリカでは普通に行われている。ご時世がご時世だけに、多少きな臭い話だが、冗談半分で、以下の提案はまだ来ていないから待っている、といった話があった(Fig.6)。

- Lightweight Armor 1lb/square foot for DOJ Level IV threat
- Diamond Armor plate at \$10 per pound
- Materials for Bullet Proof Helicopters with no added weight
- Materials for Single Stage to orbit concepts

⁴大雑把に言えば、日本の経済産業省の所管から米商務省の所管を引いたのが米エネルギー省というところなのだろうか？

まあ、いろんな外国人が自由に参加できるオープンな場所での講演なので機密には無縁のものだろう。



Fig. 6 Dr. Coblens (DARPA)の講演

11:00 ~ Dr. D. B. Leiser, NASA Ames Research Center

さて、11:00 からは基調講演である。NASA の Dr. Leiser よりスペースシャトル耐熱タイルの開発史についての興味深い講演があった(Fig.7)。現在はシリカファイバー、アルミナファイバー、アルミノボロシリケートファイバーの複合材料(AETB)に TUFU (Toughened Uni-Piece Fibrous Insulation) コーティングを施したタイルが使われており、実機での検証も含め優れた性能が得られているとのことである。このタイルの表面は傾斜機能的に気孔が配置されており、優れた耐熱衝撃性を発揮するらしい。



Fig. 7 Dr. Leiser (NASA)による基調講演

午後からは再びテクニカルセッションに戻ることにした。

13:00 ~ S. Subramaniam, Univ. of Cincinnati

シンシナティ大の学生さんの発表であるが、非常に良い内容だった。ESEM (雰囲気制御できる SEM)で、In Situ で BaTiO₃ の焼結挙動を観察している。現在提案中の来年のシンポジウムでも話してほしい内容である。発表後、In Situ 観察の今後の可能性について色々とディスカッションすることができた。

Subramaniam 氏とのディスカッションに続き、ロードマップセッションの会場に移動した。

13:30 ~ O. Kwon, Saint-Gobain High Performance Mater.

HDD、半導体、燃料電池などを例に挙げ、セラミックス関連のロードマップを提示した。この中で、日本のファインセラミックス協会に相当する USACA への言及があった。www.AdvancedCeramic.org でロードマップを示しているそうである。ところで、年会会場ではアメセラと USACA 提携のニュースリリースが配られていた。日本と言えば、セラ協と JFCA が提携するようなものである。産学連携が叫ばれるなか、日本でもこのような取り組みを早急に行うべきではないだろうか。この後に行われた Dr. D. Freitag (USACA 会長) の講演でも USACA の取り組みが語られている。

4 . アメセラ年会レポート：4月21日

4月21日は15:00より筆者がナノのセッションで報告することもあり、このナノセッションを中心に講演に参加した。朝一番には Drexel 大学のグループによる carbon nanotube/窒化ケイ素複合材料や、東工大のグループによる CNT 生産の効率化などについての講演が行われている。

9:00 ~ Dr. S. V. Kalinin, Oak Ridge National Lab.

カーボンナノチューブや半導体ナノワイヤーの電子状態を走査プローブ顕微鏡で観察するという内容の招待講演である (Fig. 8)。特に Scanning Impedance Microscopy (走査インピーダンス顕微鏡) について詳しい説明があった。ナノセッションの招待講演にふさわしい内容と言える。

かなり難解な原理の説明もあり筆者ではフォローしきれなかったが、とにかく「すごい技術である」ということはひしひしと伝わってきた。このあたりは、まさに現在のナノの最先端というところだろう。シミュレーションとの融合も行われており、CNT の欠陥構造の電子状態解析なども SIM と組み合わせて行っていくそうである。

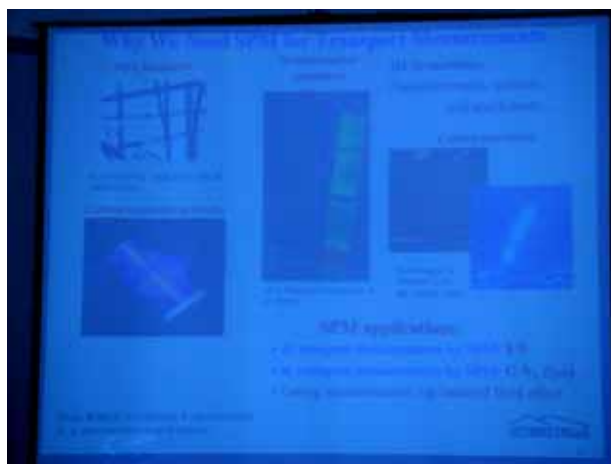


Fig. 8 Dr. Kalinin による SPM についての招待講演

9:30 ~ Dr. Maria Pia Rossi, Drexel Univ.

4月20日の S. Subramaniam の講演の後に一緒に ESEM での In Situ 観察についてディスカッションした Rossi 氏の講演である (Fig.9)。



Fig. 9 Dr. Rossi による ESEM その場観察の講演

Rossi 氏は、低温観察することにより、カーボンナノチューブ内に取り込まれた水のメニスカスを観察することに成功している。濡れ角が測定できるのではないかと、等のディスカッションが行われた (Fig. 9)。FEI/Philips XL30ESEM と Peltier 冷却を組み合わせたところが装置上のポイントである。

10:00 ~ Dr. M. Kusunoki, JFCC

ファインセラミックスセンターの楠木さんの講演である。SiC 表面にカーボンナノチューブがブラシのように綺麗に並ぶ材料で、キラリティまで制御できるそうである (Fig.10)。

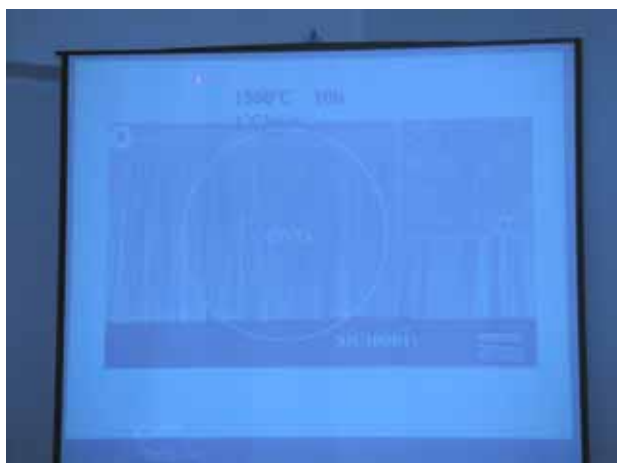


Fig.10 JFCC 楠木氏による配向 CNT

10:30 ~ Dr. Hyunjung Shin, Kookmin University

TiO₂ などの酸化物系多結晶 NT を英 Whatman 社の polycarbonate Filter ペーパー (30/50/200 nm) をテンプレートとして作るというものである。



Fig. 11 Dr. Shin の講演

径がそろった良いチューブが得られている (Adv. Mater. 2004, in press)。Atomic Layer Deposition (ALD) によって市販フィルターの孔の内壁にコーティングし、その後テンプレートを取り除くもので、他にも、自己組織化を用いる OTS-SAM (Octadecyltrichlorosilane Self Assembled Monolayer) も用いるそうである (Fig.12)。

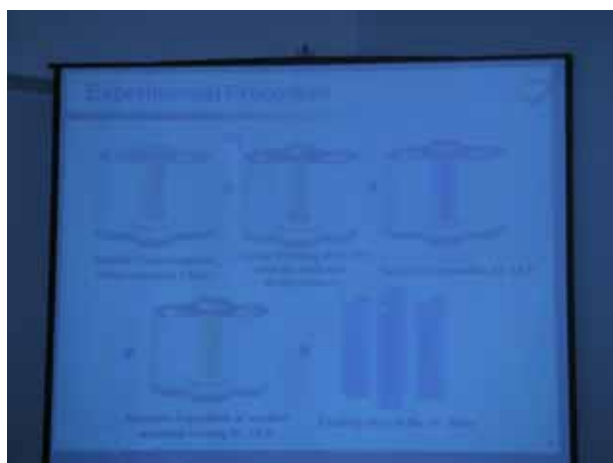


Fig. 12 Dr. Shin による NT 作製プロセス

11:00 ~ Dr. Edwin R. Fuller, Jr., NIST

さて、21 日も 11 時から基調講演である。セラミストならば一度や二度は名前を耳にしたことがある有名なエドウィン・フラー氏による講演で、結晶粒の熱膨張異方性による残留応力解析を EBSP (後方散乱電子線回折パターン) による方位解析と FEM (有限要素法) を組み合わせて行っている (J. Am. Ceram. Soc., 84 [12] 2947 (2001))。日本のシナジーセラミックスプロジェクト (JFCC 内の集中研) でも同様の解析が行われていたが、あれに近いイメージである。



Fig. 13 Dr. Fuller による基調講演

OOFという実際の構造から残留応力をFEMを使って解析するシステムを作っている(//www.ctcms.nist.gov/oof)。ビジュアルを多く使い分かりやすく説明しようとしてくれていたため(Fig. 14)内容的にはかなり難しい部分もあったが、今回のアメセラで最も面白く、かつ勉強になった講演だった。

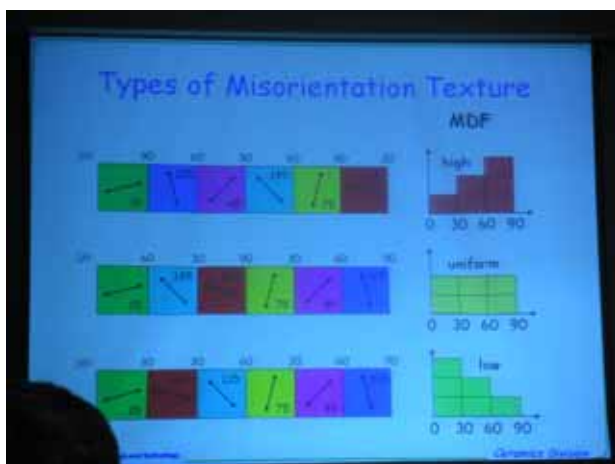
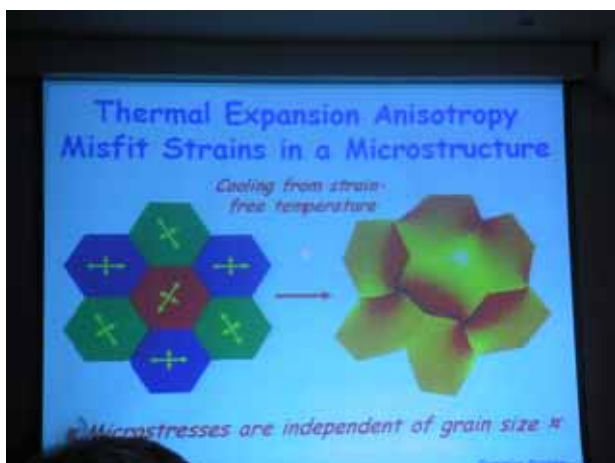


Fig. 14 Dr. Fuller による講演

さて、年会も21日の午後を残すだけである。筆者自身の発表があるナノのシンポジウムに参加した。

14:00 ~ Dr. S. Yoo, Ohio State University

午後の講演で面白かったのは、Ohio州立大グループのNanocarving(ナノ彫刻?)に関する講演である(Fig. 15)。Yoo氏の講演では、多結晶ルチルを500-700、8h、5% H₂/N₂気流中で還元処理することにより特定の面でブラシ状のルチルナノファイバーアレイが得られるというものである。非常に興味深いプロセスであり、会場からは還元によるマグネリ相の生成はないのか、などの質問が寄せられた。薄膜の場合は、ナノカービングが生じる面での成膜

が困難とのことで、今のところ成功はしていないらしいが、今後の進展が注目されるところである。



Fig. 15 Dr. Yoo によるナノカービングの講演

14:15 ~ Dr. Y. Jung, KAIST

午後のナノセッションでは韓国 KAIST の Dr. Do Kyung KIM のグループ⁵からは2件の講演があり、その一つが Jung 氏による講演である。NO_xセンサーや光学応用が期待できる WO₃ のナノファイバーの合成についての講演であり、WCl₆を原料としたエタノール中の Solvothermal で合成するものである。

14:30 ~ Dr. Linan An, Univ. of Central Florida

このセッションの座長である Dr. An の講演であり、SiC/Si₃N₄系で一次元ナノ材料を合成するというユニーク

⁵ Dr. Do Kyung KIM とは前からの知り合いなのだが、現在ポストドクを募集中だそうである。私も客員研究員で半年ほど来ない?と誘われた。スケジュールがうまくあえば、できれば1ヶ月ほどお邪魔してみたいところだ。今の研究テーマも互いに近いので、滞在はできなくても、良い共同研究ができそうである。

な研究である (Fig.16)。「きしめん」のような形状をもつ、ナノペルトの合成に成功している。講演後の雑談で話したが、8月頃には京都に来られるそうである。



Fig. 16 Dr. An による講演

14:45 ~ Dr. H. Choi, KAIST

Dr. Do Kyung KIM グループの2件目である。水熱合成チタニア系ナノチューブの熱安定性に関する研究であり、今回の筆者の発表とも近い内容で興味深かった。

15:00 ~ Dr. Yoshikazu Suzuki, Kyoto University

そして、ようやく筆者の発表の番である。水熱-合成チタニア系ナノチューブの熱処理による構造変化及び低コスト合成等についての講演を行った。

5. おわりに

久々のアメセラ年会参加だったが、色々と面白い話も聞くことができ大変有意義だった。長い移動時間をかけて行った以上の価値は十二分にあったと思われる。今回、本稿を書くことを念頭に、詳しいメモをとりながら話を聞いていたが、自分自身の理解度もアップし、後の共同研究や講演会準備の良い資料にもなりそうである。

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ある。

帰りの飛行機にて。2004年4月23日執筆

謝辞

今回の米国セラミックス学会参加にあたり、財団法人 関西エネルギー・リサイクル科学振興財団より渡航費用の一部を助成して頂きました。記してお礼申し上げます。

免責事項

本稿は講演の合間に大急ぎでとったメモを元としているため、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。

Copyright (c) Yoshikazu Suzuki, 2004