

TODAY

中国の未来と日本の未来

名古屋大学 大学院 工学研究科
教授 天野 浩

今年の正月に中国のLED企業を訪問する機会がありました。世界最大のLED製造装置を新たに100台発注したと聞いて、以前と変わらない投資意欲の高さに驚きました。また行き帰りの経路の途中で中国高速鉄道に初めて乗り、南京の駅のホームが28線もあって全て高速鉄道で、駅の広さと線路の多さにまたびっくりするなど、まさに驚き尽くしの中国訪問でした。LED製造装置はアメリカとドイツとイギリスの技術、高速鉄道はフランス、ドイツ、日本の技術の混成です。また行き帰りの自動車道では、アメリカ、ドイツ、フランス、日本、韓国の自動車が走っておりました。中国に住んだことは無いので分かりませんが、国内のオリジナルな産業を育てるのは二の次、人々の生活を便利にするという大義名分が最優先で集中投資するというのは、そこに暮らす人々の生活の変化を見れば理解できるような気がします。大気は確かにどんよりとしておりましたが、まずは社会基盤を整備して環境が汚れ、健康被害が問題になって社会が成熟してくると人々の健康と環境保全を考えるようになるのは、どこの地域や国でも同じような経験をしていることと思います。今後中国は急速社会基盤の整備が進み、現在言われている歪も少しずつ解消していくことでしょう。

翻って我が国及び自らのことを考えると、日本に生きる人間として、人々の生活を便利にすることに加えて、新たな行動規範を模索する必要があります。持続可能な社会の構築と言うのはその好例だと思います。

我が国では、研究者はとかくオリジナリティが大切と言われておりますが、統計的に考えてオリジナルな仕事と言うのはそれほど多く出るのは無く、

オリジナルな仕事と言われていることも、多くは基礎の組み合わせにすぎません。自分の関係する窒化物でも、この材料は我が国のオリジナルと言う人もいますが、元をただせば、エピタキシーの概念、気相化学反応によるヘテロ構造形成、化合物半導体やLEDなど、何れも海外の方が最初に発想、あるいは実証したものです。言いたいことは、無理にオリジナリティにこだわるのではなく、今何をすべきかを優先して考えた方が得策の様な気がするという事です。窒化物LEDに関して言うと、現在は主にサファイアを基板としてその上に乗せていますが、転位密度が高いので問題があり、GaN基板に変えようという試みがあります。非常に重要な課題であり、低コスト製造技術の開発が成功すれば置き換わるかもしれませんし、開発の方向を間違えれば、その様な時代は来ないかもしれません。たとえGaN基板を使う時代が来たとしても、基板として使うには100ミクロン以上の厚さが必要ですが、実際に基板としてエピタキシーに使うのは表面数原子層だけです。その殆どは機械的強度を保つ以外には使用されず、レアアースであるGaの無駄使いになります。例えば転位密度ゼロの数原子層極薄膜を準備し、その上だけに無欠陥のLEDを作る技術ができれば究極と言えるかもしれません。最近、3Dプリンタが注目されておりますが、LEDも3Dプリンタを用いて作ることができる時代が来れば、LEDの応用の幅は一段と広がるでしょう。

と言うような無茶なことを考えると、やるべき課題はまだ山積しているような気がします。同じ半導体であり先達のSiはGDPの約10%という産業の中の基幹材料になっているそうですが、窒化物はそれに比べるとまだ10分の1以下です。LED、LD及び高周波パワーデバイスには既に商売として成立しておりますが、今後電力系パワーデバイス、太陽電池、Siとの混成集積デバイスなど、応用展開の種は数多く残されております。それらすべてを3Dプリンタのような製造装置で作る時代になるまでは、時間と経験が必要です。持続可能な社会の実現に向けて、今後ますます様々な分野の専門家が集い、我が国が引き続きこの材料開発で世界を牽引することを祈念いたします。

「THERMEC'2013に参加して」

鉄鋼材料研究部 部長 前田 尚志

JRCM NEWS 先月号 (No.327) におきまして、新構造材料技術研究組合の岸理事長および松原技監よりご紹介いただいたように、2013年度より「革新的新構造材料の研究開発」プロジェクトがスタートしている。本プロジェクトの対象となる技術・材料は、①革新的構造材料(チタン、アルミニウム、マグネシウム、鋼板)の開発、②これらの構造材料の接合技術開発(同種・異種)、③①および②に関連する戦略・基盤研究から構成されている。JRCMではこの内、③の戦略・基盤研究における「技術動向の調査・分析」について、上記組合より委託されて実施中である。

この度、上記プロジェクトに関係した技術分野を包括する国際会議である THERMEC'2013 に参加したので、その概要について報告する。同会議は 2013 年 12 月 2 日から 6 日までの 5 日間、米国 Las Vegas において開催された。

1. THERMEC 国際会議の概要

THERMEC 国際会議の正式名称は、International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (Processing, Fabrication, Properties, Application) であり、直訳すれば「先端材料のプロセスおよび製造に関する国際会議」となる。THERMEC は最初の会議(10ヶ国より430名参加)が1988年に京都において開催された我国発祥の国際会議である。第2回が9年後の1997年に豪州で開催された後は、第3回(2000年)が米国、第4回(2003年)がスペイン、第5回(2006年)がカナダ、第6回(2009年)がドイツ、第7回(2011年)がカナダ、と2、3年毎に開催され、今回が8回目の開催となる。本会議が創設された当初の対象技術分野は鉄鋼材料を中心に当時新技術として注目を集めていた加工熱処理(Thermo-Mechanical Treatment)を主体としていて、会議名もこれに由来するものと聞いている。その後、対象分野は後述するように材料および関連利用技術全般へと、その範囲と規模を大幅に拡大させてきている。初日の開会式において、大会実行委員長の Tara Chandra 教授(豪州)の挨拶(図1、2)にもあったが、



図1 開会式会場の様子



図2 Chandra 大会実行委員長の挨拶

広範囲な分野を対象とする巨大な会議になった現在においても、鉄鋼材料のセッションは5日間の大会期間中を通じて開催され、現在でも同会議の重要な柱の一つとしてあり続けている。

今回の会議は、Las Vegas にあるホテルのコンベンションセンターで開催された。登録者数は38ヶ国より1380名が参加し、驚くことはその約1/3近くの約400名が日本からの参加者であったことである。実際に会場では、日本鉄鋼協会、日本金属学会等の講演大会時にお会いする大学の先生や企業の研究者の方を大勢お見かけした。このことから、本会議への日本の研究者の貢献度と存在感が非常に大きいことがわかる。口頭発表は全部で23のセッションに分類され、13の部屋を使って同時進行の形で実施された(図3)。発足当初と出席者数で比較すると3倍以上の規模となっている。口頭発表のセッション名と各々の発表件数(日本からの発表件数/総発表件数)は次のとおりである。

① Steels(20/102), ② Advanced Protective Coatings/Surface Engineering(8/35), ③ Smart/Intelligent Materials & Processes(29/51), ④ Titanium Alloys/Aerospace Structural Metallic Materials(6/21), ⑤ Additive



図3 口頭発表セッションにおける討議

Manufacturing(1/6), ⑥ Advanced Materials in Biomedical & Bioengineering Applications(22/49), ⑦ Biomimetic Materials, Nanostructural Biomaterials & Biological Interactions Applications(10/30), ⑧ Magnesium Alloys(14/56), ⑨ Interfaces & Grain Boundaries(7/28), ⑩ Modeling & Simulation(2/50), ⑪ Texture of Materials(5/29), ⑫ High & Ultra High Temperature Materials(Intermetallics, Superalloys & Refractory Metals)(23/56), ⑬ Composites /Nanocomposites(3/31), ⑭ Ultra Fine-Grained Materials(8/54), ⑮ Welding & Joining of Advanced and Speciality Materials(13/30), ⑯ Friction Stir Processing/Welding(3/35), ⑰ Materials Performance(6/44), ⑱ Neutron Scattering & X-ray Studies of Advanced Materials(14/51), ⑲ Metallic Glasses/Bulk Metallic Amorphous Materials(23/49), ⑳ Materials under Extreme Conditions(Radiation, High Strain Rate, Temperature, Pressure & Combinations)(3/37), ㉑ Aluminum Alloys(10/58), ㉒ Nanomaterials for Structural & Energy Applications(33/72), ㉓ Fuel Cells, Hydrogen Storage Technologies, Batteries, Supercapacitors & Thermoelectric Materials(19/70)。

以上より、本会議の対象分野が構造材料のみならず機能材料や製造プロセス技術、更には応用分野を含み、極めて広範囲の技術内容をカバーする会議であること、また全てのセッションにおいて日本からの発表があり、多くのセッションでその比率が高いことが再確認できる。また、上記の口頭発表以外にも、ポスターセッションが第2日目(12/3)と第3日目(12/4)の夕方に、一般の部と学生の部が別々に開催された(図4)。ポスター発表を中心に日本を含む世界各国から学生の参加も数多く認められ、今後の研究活動において良い経験の場となると感じられた。エントリー時の発表総数は1426件に上り、その内訳は口頭発表が1034件、ポスター発表が392件であった。発表件数が膨大なために、会議参加受付時に分厚いAbstract集が配付されたものの、あまりの重さに会場でそれを持ち歩く姿を見かけることはなかった。

2. 構造材料および接合技術に関する発表の傾向

前述のように口頭発表が13の会場を使用して並行して行われたことから、関係する全てのセッションについてフォローすることは不可能であった。ここでは、鉄鋼材料、チタン材料、接合技術関連の各セッションにおける発表の傾向や特徴について以下に簡単に述べる。



図4 ポスターセッションの様子

1) 鉄鋼材料

“Steel”は最初のセッションに置かれているように、本会議がスタートしてから丁度四半世紀が経過した今回の会議においても依然として本会議の象徴的存在であり、世界各国より口頭発表だけでも100件を超える発表があり、最大のセッションであった。この内日本からの発表は20件とその約1/5を占め、発表件数が多い順番に、ドイツ(10件)、中国(8)、韓国(7)、米国(6)、カナダ(6)がこれに続いた。今回の会議において、九州大学の高木節雄教授がDistinguished Awardの表彰を受けられたが、本セッションにおいて「極低炭素マルテンサイト鋼の強化機構」の題目で基調講演をされた。その他、カナダ、韓国、ドイツ、フィンランド、米国、ポーランドの各国からも基調講演があった。

発表内容は、発表件数を反映して非常に広い範囲に及んでいたが、全体としては自動車用鋼板の重要な開発指標である強度-延性バランスの向上に関連してTRIP(Transformation-Induced Plasticity)鋼、TWIP(Twinning-Induced Plasticity)鋼、Q&P(Quench & Partitioning)プロセスに関する発表が多く、特に日本よりも欧州、中国、韓国、等においてその傾向が強く感じられた。材質としては、上記高強度-高成形性材料の開発に関連して高Mn鋼に関する発表が目立った。Mnはオーステナイト安定化元素であるが、積層欠陥エネルギーを下げることから双晶変形を誘発し、特に優れた強度-延性バランスが得られる双晶誘起塑性(TWIP)を実現するための大きな鍵を握っている。これらの高強度-高成形性材の特性発現に関する機構解明や組織解析に関連した基礎的な研究も確実に進められており、今後の更なる特性改善やプロセス開発に大きな期待が寄せられた。

2) チタン材料

主体のセッションは、④ Titanium Alloys / Aerospace Structural Metallic Materialsであり、全体で21件の発表があり、日本からの発表は6件であった。外国からの発表はTi-6Al-4V合金に代表される既存チタン合金の鍛造、超塑性成形、放電プラズマ焼結等のプロセス条件および組織制御に関する発表等、プロセスに関連する発表が多かった。これに対して日本からの発表は、Mnを含有する低コストβ型合金の開発や耐熱チタン合金の合金成分設計が中心となっていた。注目発表としては、二相ステンレス鋼とTi-6Al-4V合金の中間層を用いない拡散接合、Ti-6Al-4V合金のFSW(摩擦攪拌接合)、高張力鋼板におけるTRIP鋼やTWIP鋼の概念のチタン合金への応用等が挙げられる。また、チタン材料という観点からは構造材料には含まれないが、医療用途関連のセッションである⑥ Advanced Materials in Biomedical & Bioengineering Applicationsのセッションにおいても、かなりの数のチタン材料に関する講演があり、特に日本からの発表が多く、最近の日本金属学会の講演大会と類似した現象と思われた。

3) 接合技術

接合関係は、前回まではWelding & Joiningのセッションに集約されていたが、今回はFriction Stir Processing/Weldingのセッションが独立して設置され、更に報告件

数も後者の方が前者を上回り、FSP/W(摩擦攪拌プロセス/接合)関連技術への関心の高さが伺えた。FSWは通常の溶接とは異なり、材料の熔融を伴わないために熱影響部を抑制することが可能であることから、年々注目度が高まって来ている。⑮ Welding & Joiningのセッションでは、接合方法はプラズマアーク、レーザー、超音波、拡散、はんだ等、対象材料は非常に多岐に渡っていた。発表件数は日本がその半数近くを占め、日本のこの分野における研究の層の厚さを示した。新設の⑯ Friction Stir Processing/Weldingのセッションでは、日本からの発表件数は3件(セッション⑮でAl/SUSのFSWに関する報告1件あり)と少なかったものの、セッションの冒頭に大阪大学の藤井英俊教授が「FSWにおける欠陥形成メカニズムの3次元可視化」に関して高速度カメラを用いた動画を交えた基調講演を行い、大きな注目を集めた。FSWの対象材料は、従来のMgやAlからTiや炭素鋼まで、その適用範囲の拡大と関連技術の進歩が確実に進んでいることが感じられた。また、Al/炭素鋼、Al/Mg、Al/Cu等の異材接合に関連した報告も多数あり、本手法のこれまで通常の溶接では困難とされていた異材接合への応用への期待が高いことがわかる。FSWの欧州における自動車用途への展開は、多くの部材・部品に拡大すると共に、Alの板材同士や押出材同士に加えて6111(T4)Al合金と亜鉛メッキ鋼板、同Al合金とMg合金の異材間のFSSW(スポット型FSW)の研究が精力的に行われている。また、FSPの例として、6061Al合金へのSiC繊維の複合化に関する発表もあった。

3. 所感

今回初めてTHERMECに参加したが、現在の同会議は材料関連分野およびその利用技術、用途において非常に広範囲な分野をカバーする会議であり、世界の最新技術に関する情報が集まる場と感じられた。また、前述のように日本より極めて多数の研究者が出席していることから、日本の貢献度と存在感が非常に大きく、日本が同会議において重要な役割を担っていると共にアットホー



図6 ラスベガス市街地にあるホテルの噴水ショー

ムな雰囲気を感じることができる。更には、全体の運営がしっかりしており、手続き等における事務局の対応がスムーズであり、ストレスを感じることなく発表および聴講が行うことができるため、学生でも参加しやすい印象を受けた。次回の開催について会期中にアナウンスがあったが、2016年にウィーン(オーストリア)あるいはリオデジャネイロ(ブラジル)の何れかで開催されることが決定されており、次回も充実した会合となり、引き続き日本の材料および関連技術分野の研究者の活躍が予想される。

個人的には18年ぶりにLas Vegasで開催される国際会議に参加する機会を得たが、街並みは以前より一層モダンに美しく変貌していた(図5、6)。数々の超大型ホテルに併設されているカジノの規模の巨大さや盛況ぶりは相変わらずであったが、スロットマシン(図7)の現金投入は硬貨から紙幣に、支払いは硬貨からチケットに各々変化し、更には昔は実際に回転していたドラムも液晶表示に変化しており、アナログからデジタルへの変化の波がこのような所まで及んでいることを改めて感じると共に、何だか味気なく、少々寂しく感じた次第である。

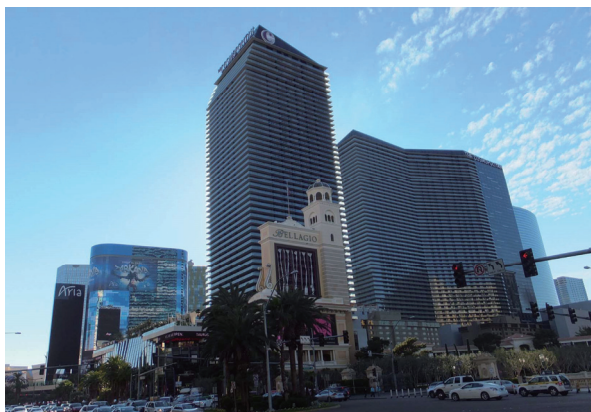


図5 ラスベガス市街地(フォーコーナー)の風景



図7 会場ホテルのスロットマシン群

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第328号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複製・複製・転載することを禁じます。

発行 2014年2月1日
発行人 小紫正樹
発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11 東洋海事ビル6階
TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285
ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp