

### ICALEO2007 速報

鷲尾 邦彦 (パラダイムレーザーリサーチ)

会議名 : 26th International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics

- Laser Materials Processing Conference (LMP 会議)
- Laser Microprocessing Conference (LMF 会議)
- Nanomanufacturing Conference (Nano 会議)

開催期間 : 2007 年 10 月 29 日 - 11 月 1 日

開催場所 : Hilton in the Walt Disney World Resort (Orlando, FL, 米国)

\*\*\*\*\*要 約\*\*\*\*\*

ICALEO は、LIA (米国レーザー協会) の主催により年 1 回開催されるレーザー加工分野で世界最大級の国際会議である。米国外からの講演件数および参加者数は、ドイツが他国を圧倒し、プレナリー講演は 3 件ともドイツによりなされた。オーラル講演件数は、昨年と比較すると LMP 会議は講演件数に変化なし、LMF 会議は 10 件の増加 (約 16.4%増)、新設の Nano 会議 22 件の増加となり、ICALEO 会議全体としての重心がマイクロ/ナノ加工分野にシフトしつつあることが見てとれた。併設のテーブルトップ展示会やスポンサーシップなどに関する日本のプレゼンスは欧米諸国に比べて著しく低く、レーザー加工分野におけるグローバル企業の育成・強化が日本の将来にとって急務である。

\*\*\*\*\*

#### 1. 会議の概要

ICALEO は、LIA (米国レーザー協会) の主催により年 1 回開催されるレーザー加工分野で世界最大級の国際会議である。今回は第 26 回目として、本年 10 月 29 日から 11 月 1 日にかけて、米国フロリダ州の Orlando にて開催された。Orlando での開催は、1998 年以来で 9 年ぶりである。会議初日の午前中に全員が参加するプレナリーセッションが開催されたあと、午後からは分野別に分かれて、例年は最終日まで 4 つないし 3 つ程度のパラレルセッションが開催されていたが、今年は新たに Nanomanufacturing Conference (Nano 会議) が新設されるなどして講演件数が増加したため、パラレルセッションが 1 つ増え、パラレルセッション数は 5 ないし 4 つとなった。

テクニカルセッションは、大きくは Laser Materials Processing Conference (LMP 会議)、Laser Microprocessing Conference (LMF 会議) および Nanomanufacturing Conference (Nano 会議) に分かれている。LMF 会議は、従来は Laser Microfabrication Conference と呼ばれていたが、昨年から Laser Microprocessing Conference と改称された。これをそのまま略してしまうと従来からの LMP 会議と名称の区別がつかなくなるためか、この会議の略称としては従来通りの LMF が使用されている。LMF 会議は、昨年は単一セッションの開催が 2 日で、マルチパラレルセッションの開催が 1 日半であったが、今年はその比率が逆転し、マルチパラレルセッションの開催が 2 日、単一セッションの開催が 1 日半程度となった。

テクニカルセッションにおけるオーラル講演のセッション数は、LMP 会議が 20、LMF 会議が 13、Nano 会議が 4 であった。これらのうち、1 セッションは LMP 会議と LMF 会議とのジョイントセッションとして開催されたので、それを考慮するとテクニカルセッションの総数は実質 36 である。ジョイントセッショ

ンの名称は **Solar & Energy Device Manufacturing** であり、太陽電池や燃料電池などの製造に関する内容が中心であった。このジョイントセッションにおける加工内容は主に微細加工に関するものであったので、それらの講演件数はすべて LMF 会議での発表とみなして LMP 会議には含めないで集計すると、各会議におけるオーラル講演件数は、LMP 会議が 129 件、LMF 会議が 71 件、Nano 会議が 22 件となり、オーラル講演件数の総計は 222 件であった。昨年と比較すると LMP 会議は講演件数に変化なし、LMF 会議は 10 件の増加（約 16.4%増）、Nano 会議は新設のため 22 件の増加となり、ICALEO 会議全体としての重心がマイクロ/ナノ加工分野にシフトしつつあることが見てとれた。

今回の ICALEO 会議への事前参加登録者は 537 名であり、昨年に比べて 27%程度も増加した。しかし、日本からの参加は 33 名程度であり、昨年同様であった。ドイツは、**Fraunhofer** 研究所や **Laser Zentrum Hannover (LZH)**などの大学付置研究所による積極的な参加が目立ち、参加者数および講演件数ともにドイツは日本の約 2 倍弱程度となり、開催国である米国に次いで、圧倒的な強みを示した。

## 2. 会議の内容

### 2. 1 プレナリーセッション

プレナリー講演は、例年通り 3 件の講演があった。アドバンスプログラムではドイツから 2 件、米国から 1 件の講演が予定されていたが、なぜか会議開催間近の 2 週間ほど前になって、ディスプレイ用 RGB レーザについて講演する予定であった米国企業からの講演が突然キャンセルになり、急遽ドイツの **Fraunhofer** 研究所からの講演がピンチヒッターとして追加されたため、プレナリー講演は 3 件ともドイツからの講演となり、国際会議としては国別のバランスが欠けたドイツに偏重したセッションとなった。

#### 1) アト秒物理 (独 Max Planck 研究所)

講演の内容は、位相が制御された高強度の超短光パルスを原子や分子に照射して、原子内や原子間に存在する電子と強く相互させることにより、サブフェムト秒(数百アト秒)の極端紫外(XUV)光を発生させたり、そのような極短時間領域における電子や原子の動的な挙動を詳しく観察する新しい科学技術についての紹介であった。当初は独 Max Planck 研究所の **F. Krausz** 教授が講演される予定であったが、**Krausz** 教授が急用で出席できなくなったため、代わりに共同研究者の **R. Kienberger** 氏が講演された。**Nature** 誌や **Science** 誌などで発表された最新の科学技術の紹介であり、聞き応えがあったものの、プレナリーセッションの冒頭においてこのような高度に専門的な講演をいきなり聞かされるのは、やや唐突な印象がした。

#### 2) 21 世紀のフォトニクス (独 Fraunhofer 研究所)

独 **Fraunhofer ILT (Institute Lasertechnik)**研究所の **R. Poprawe** 所長から、昨年 4 月から活動を開始している欧州テクノロジープラットフォーム **Photonics 21** の概要について紹介がなされた。欧州の輝かしい将来(**Towards a Bright Future for Europe**)を研究開発の戦略的な目標として、**Photonics 21** では 35 ヶ国の産学官から 700 団体が参加し、7 つの作業グループ (WG) に分かれてプログラムを立案し、欧州の政策に反映されるように活動しているとのこと。ファンディングの規模は、流動的で確定したものではないが、年間で 48 百万ユーロ程度を期待しているとのこと。このファンディングは、ドイツ国内の **Optical Technology Made in Germany** と題した研究開発プログラムとは独立して別個になされており、欧州全体としての光技術の底上げを意図したもののようである。**Photonics 21** で高い優先度を持って取り組んでいるテーマとして

は、光源（光半導体等）、波長域の拡大、集積光学、先端材料、研究の連携、人材育成と質の向上、標準化の推進などがある。欧州では、1~3年程度の短期的なテーマや、4~7年程度の中期的なテーマおよび8~10年程度の長期的なテーマをバランスよく交えて、光技術に関し体系的な研究開発を産学官連携により戦略的に推進しているため、我が国はそれらによるインパクトへの備えを十分に強化する必要があるものと思われる。

### 3) フレキシブル生産から適応生産へ：レーザ加工におけるアプローチ(独 Fraunhofer 研究所)

独 Fraunhofer ILT (Institute Lasertechnik)研究所の S. Keierle 氏から、生産における新しいパラダイムとなるような、2020年頃を見据えたレーザ加工応用生産システムのビジョンの紹介があった。3次元積層造形などによる高付加価値な個別生産や、切断や溶接が一つの加工ヘッドでこなせるハイブリッド化技術などについてはわかりやすかったが、所要が大きく変動しても自律的に適応する生産システムとか、知的ベースの生産システムなど、抽象的な概念の紹介が多く、また具体的な事例の紹介があまり伴っていなかったため、総じて難解であった。当初予定されていた米国企業によるプレナリー講演が突然キャンセルされたことに対するピンチヒッターとしての講演なので、これにあまり多くを期待しても無理というものであろう。

## 2. 2 LMP 会議（マクロ加工）

### 1) LMP 会議の概要

LMP 会議は、高平均出力レーザによる溶接、切断、穴あけ、金属の積層造形や熱処理などを中心とした会議である。LMP 会議のセッション数は、昨年は 20 であったが、今年は、LMF 会議とのジョイントセッションを除くと 19 となり、昨年に比べて 1 つ減っている。昨年の LMP 会議とセッション名を比較してみると、昨年は自動車産業への応用に関するセッションが 2 セッションあったが、今年はそれがなく、代わりに半導体レーザやレーザシステム機器などに関するセッションが新たに設けられた。また、昨年はファイバレーザ加工と題したセッションが 3 セッション設けられていたが、今年は高輝度レーザによる加工および高輝度レーザによる溶接のセッションがそれぞれ各 1 件設けられ、LMP 会議では、ことさらファイバレーザのみを強調することはしなくなった。

LMP 会議における、LMF 会議とのジョイントセッションの 8 件の講演を除いた、全オーラル講演件数 129 件を工法別に概略的に分類してみたところ、接合（溶接・ろう付け）44%、表面熱処理および金属堆積 33%、穴あけ・切断 12%、励起光源その他 11%程度となった。半導体レーザなどの励起光源その他に関する講演がやや増えた感触である。接合分野は、昨年の夏頃に突然逝去された故松縄朗先生（大阪大学名誉教授）を追悼する特別セッションも 1 つ設けられ、接合分野は表面処理や金属堆積分野よりもかなり件数が多くなった。溶接分野の講演件数全 53 件について、使用されている光源別に講演件数を比較してみたところ、ファイバレーザなどの高輝度レーザ 21 件、CW 励起固体レーザ 17 件、CO<sub>2</sub>レーザ 6 件、半導体レーザ 2 件、不明その他 7 件となり、ファイバレーザなどの高輝度レーザを用いたものが最も多かった。高輝度レーザにはファイバレーザのほかにもディスクレーザも含まれるが、ファイバレーザとディスクレーザとの件数比は 10:1 程度で、ファイバレーザのほうがディスクレーザよりも圧倒的に多く使用されている。

これに対して、金属堆積分野では、講演件数 40 件について使用されている光源別に比率を分析してみたところ、CW 励起固体レーザが約 32%、ファイバレーザ、半導体レーザ、CO<sub>2</sub>レーザが各 15%程度、パルス励起固体レーザ約 10%、不明その他 13%程度となり、CW 励起固体レーザが圧倒的に多く使用されていた。

産業応用分野を明示したセッションとしては、航空宇宙産業向けのレーザ加工のセッションが 2 セッショ

ンあり、この分野は昨年に比べて増加している感触である。内容的には、エンジン部品等の穴あけ加工や、Ti合金や耐熱合金などの立体積層造形に関するものが多い。LMP会議では、日本からは、溶接など接合技術に関する発表は多くなされたが、金属堆積分野での発表は皆無に近く、海外と比較してこの分野の立ち遅れがやや懸念される。

## 2) 高輝度レーザーによる溶接や切断などの加工

ファイバレーザやディスクレーザなどの高輝度レーザーを用いた溶接や切断などの加工に関して、2セッション(LMP#2およびLMP#16)が開催され合計17件の発表があった。この2セッションにおける講演件数の国別の内訳は、ドイツ9件、日本3件、米国2件、英国、フィンランド、スペイン各1件であり、独Fraunhofer IWS(Institut Werkstoff- und Strahltechnik)を中心としたドイツからの発表件数が他国を圧倒している。

この2セッションでは、日本からは大阪大学から2件、また日立製作所から1件の発表がなされた。ドイツや日本などから、10kW級ファイバレーザなどを用いた場合における光学系の熱歪みに起因したフォーカスシフトなどの不安定性がいろいろと議論され、高輝度・高出力レーザーを溶接加工などに用いる際には、加工光学系などの熱的不安定性への対策が重要なることが明確になった。切断加工に関しては、ファイバレーザによる切断加工はCO<sub>2</sub>レーザを用いた加工に比べて2倍程度高速であるが、厚さ5mm程度以上の厚板の加工時における切断加工面の表面荒さがCO<sub>2</sub>レーザを用いた場合と比べてまだ見劣りするため、加工品質向上のための工法の工夫などが必要なることが明らかにされた。

## 3) 高出力半導体レーザーと加工への応用

LMP会議では、半導体レーザー技術と加工と題したセッション(LMP#5)が1セッション設けられ、米国やドイツの半導体レーザーメーカーなどから直接加工用や固体レーザー励起用高出力半導体レーザーについて合計8件、また半導体レーザーによる熱処理について1件の合計9件の講演があった。独Trumpf Lasser社とその米国現地法人Trumpf Photonics社は、ディスクレーザ励起用の半導体レーザーバーとそれらを集積化したスタックの開発の現状などについて紹介した(講演番号505, および507)。半導体レーザーのチップ長(共振器長)を3.5mmにしたものでマイクロチャネル冷却方式にしたものからは1つのバーあたり200Wのレーザー出力が得られているが、マイクロチャネル冷却方式は冷媒による浸食や腐食の問題などがあり、長寿命化が課題となっている。マイクロチャネル冷却方式によらない通常の水冷方式によれば、冷却能力がやや低くなるため出力は1つのバーあたり160Wに制限される。いずれも定格最大出力動作時の接合温度を60°Cに抑制することにより、半導体レーザーチップの寿命の延命化を図っている。Trumpf社は、2008/2009年モデルとして、1ディスクあたり4kW出力が得られるディスクレーザモジュールを開発し、これらのモジュールを4段直列に接続することにより、全出力16kWのディスクレーザを製品化する予定とのこと。また、励起用半導体レーザーのスタックは、光学調整などが一切不要であり、現場で3分以内の交換が可能とのこと。

米IPG Photonics社は、ファイバレーザ励起用の高輝度な単一発光素子型半導体レーザーの開発の現状について紹介した(講演番号508)。現在、コア径100μm, NA0.15以下のピグテールファイバ出力として効率50%のものを製品に搭載しているが、その効率は数年以内に60%以上にする予定とのこと。現在、マルチチップを内蔵したモジュールにて、75°Cの動作で出力18W以上(波長974nm)、効率50%以上が得られており、来年にはこれを製品搭載用としてリリースする計画とのこと。同社では、半導体レーザーの信頼性の確保のため、半導体レーザー全数の高温・長時間のバーンインを実施しており、そのためのチャンネルが2007年半

ばで工場内に 50,000 台以上も設置されているとのことであるが、詳しいバーンインの条件は明らかにされていない。

## 2. 3 LMF 会議 (マイクロ加工)

### 1) LMF 会議の概要

今回の LMF 会議のセッション数は、LMP 会議とのジョイントセッションを含めると 13 あり、前回 (昨年) の 12 セッションに比べると 1 セッション増加した。セッションの名称は前回との継続性や統一性があまりないので、分野別の詳細な比較は困難である。昨年は Laser Micropackaging と題したセッションが 3 セッションも設けられ、FPD や太陽電池向けなどの大面積かつ微細なデバイスへのマイクロ加工を取り上げた発表がかなり増えた印象であったが、今年は太陽電池および燃料電池の製造や、デバイスの製造、UV 加工およびバイオメディカル用の加工など、異なった題目を有したセッション名が増え、応用が多様化している印象である。また、ファイバレーザ応用、表面改質、堆積並びにプロセス応用など、LMP 会議でも取り上げられているような内容のセッション名も目立つ印象である。昨年それぞれ 2 つあった超短パルスレーザ加工(Ultrafast Laser Processing)および微細加工(Microprocessing)を題目としたセッションは、今年も同数であった。昨年あった Lasers in Nanotechnology と題したセッションと同一名称のものは今年はなく、代わりに Light Sources と題したセッションが設けられた。また、Hybrid & Novel Processing Method というセッションが設けられ、レーザ加工とエッチングとの複合加工など異種技術との効果的な融合に関する内容もいくつか取り上げられていた。

なお、LMF 会議では、招待講演は全体で 5 件あったが、そのうち日本からの招待講演が 3 件(302, M701, および M1103)を占めるなど、LMP 会議に比べて相対的に日本のプレゼンスの高さが感じられた。しかし、国別発表件数という点では、米国 21 件、ドイツ 14 件に対して日本は 10 件、英国が 7 件、その他諸国が 19 件となり、日本からの発表件数はドイツを下回り、LMP 会議と同様に第 3 位という結果になった。

LMF 会議における講演内容を加工技術別に分析してみると、アブレーション加工、穴あけ・切断加工など、除去加工に関するものが約 33%と一番多く、次いで堆積や表面改質、内部改質などが約 27%、溶接など接合が約 22%、その他が約 18%となり、LMP 会議と比べると除去加工に関するものが際だって多い。また、加工用光源別に見ると、ピコ秒・フェムト秒レーザやナノ秒 Q スイッチレーザなど、サブマイクロ秒以下の短パルスレーザを用いたものが全体の約 65%程度を占め、CW レーザやノーマル発振パルスレーザなどを用いたものは全体の約 35%程度であった。CW レーザの中ではファイバレーザを用いたものが圧倒的に多く、LMF 会議の全体の講演件数の約 22%程度を占めた。またエキシマレーザや固体レーザの第 2 高調波および第 3 高調波など短波長レーザを用いたものは約 33%、ピコ秒レーザやフェムト秒レーザなど超短光パルスレーザを用いた講演が約 23%を占めるなど、使用される光源の比率は LMP 会議とはかなり異なる結果となった。ファイバレーザは、主に微細溶接、精密切断、局所金属積層堆積などに使用されている。LMF 会議におけるファイバレーザを用いたものの講演件数は、昨年に比べて急増した印象である。

### 2) LMF 会議におけるトピックス

ICALEO2007 会議の初日の午後に、LMP 会議と LMF 会議とのジョイントセッション(LMP#3 および LMF#2)として、Solar & Energy Device Manufacturing と題したセッションが開催され、太陽発電や太陽熱を利用したデバイスや機器の製造に関する講演が 5 件、燃料電池の製造等に関する講演が 3 件なされた。

日本からは、シャープにより薄膜太陽電池ならびにシースルー型太陽電池の製造に関して招待講演(講演番号 301)がなされた。ドイツからは、Trumpf Laser 社や ISFH (Institute for Solar Energy Research Hamelin), LZH(Laser Zentrum Hannover)などから多結晶シリコン太陽電池の製造に関する講演が複数なされた(講演番号 304, 305 および 306)。シリコンウェハへの微細な貫通穴加工には、パルス幅 1  $\mu$  秒以下程度の高輝度短パルスレーザ(ファイバレーザおよびディスクレーザなど)によれば、穴加工が高速に行えることが示された。また、マスクを通してのエキシマレーザによるシリコン表面の微細なアブレーション加工とエッチング加工とを組み合わせると、太陽光に対する表面反射損失を低減するテキスチャ加工が高速に行えるようになることが明らかにされた。また米国の EWI (Edison Welding Institute)からは、単一モードファイバレーザによる燃料電池用金属薄板の高速シーム溶接に関する報告がなされた(講演番号 309)。厚さ 175  $\mu$  m のステンレス SUS304 の重ね合わせ溶接では、レーザ出力 130W 程度にて溶接速度 200mm/s の貫通溶接が、またレーザ出力 80W 程度でもヘリウムリークタイトなシーム溶接が可能なが示された。なお、本セッションに関連した講演として、会議最終日(4 日目)の午前に、東京工業大学の矢部孝教授による Demonstrated fossil-fuel-free energy cycle using magnesium and laser と題した招待講演(M1103)がなされ、太陽光励起セラミックレーザでマグネシウムを大量精錬し、電気や石油、石炭の代替エネルギーとして使う夢のマグネシウム社会を目指した壮大なプロジェクトに関する紹介がなされた。この講演の内容は、海外では初めて聴く内容で新鮮であったせいか、聴衆はとくに強い関心と興味を示し、活発な質疑応答がなされた。

LMF#7: Hybrid & Other Novel Processing Method では、レーザ加工とエッチング加工との複合加工など、各種のハイブリッド技術に関して 4 件の発表があった。このセッションでの最初の講演は、セイコーエプソンの尼子氏によるインクジェットプリンターヘッド用マイクロキャビティの穴あけ加工に関する招待講演(M701)であった。この工法は、まずシリコンウェハ上に形成された酸化膜にエッチングにより窓を形成した後に、この窓内で波長 532nm の Q スイッチパルスレーザにより穴あけ加工を行ったあとシリコンの異方性エッチングを行うことにより加工穴を広げて整形するものであり、レーザによる穴あけ加工には、加工の高速化のため、回折光学素子を用いてビームを多数のビームに分岐し、例えば 17 穴程度を同時に加工するようにしている。回折光学素子としてアナログ型の回折光学素子を用いることにより、高次回折光による光損失などを低減し、かなり加工特性の揃った高品質な穴加工が実現している。米 GE Global Research からは、レーザ加工と電気化学加工(ECM: Electro-chemical machining)などを組み合わせた複合加工について、技術融合に関する基本的理念を含めた広い視野からの講演があった(M702)。アイルランドの National Centre for Laser Applications と Hewlett Packard Manufacturing 社とは、共同にて、“Benefits of non-polar assist liquids as alternatives to water assist in the laser machining of silicon”と題した講演を行った(M705)。インクジェットプリンターヘッドのスロット加工用などとして、レーザ加工により穴あけ加工を行う際、デブリー対策として水溶性の保護膜をシリコンウェハの上に塗布してから穴あけ加工がなされているが、深穴加工の高速化や加工特性改善のために水を利用すると、保護膜が溶けて消失するという問題があった。このため、水の代わりに非分極性の液状油性物質を用いてレーザ加工を行うことを試み、この目的に適した油性物質のいくつかを紹介している。

LMF#10: Microprocessing I および LMF#11: Microprocessing II のセッションでは、各種電子部品・材料

の穴あけ・切断加工や薄膜デバイスのアブレーション加工などに関して 10 件の講演があった。韓国の EO Technics 社は, "Advanced precision laser marking and other microelectronics applications including wafer dicing, PCB drilling/trimming and ITO trimming using industrial nano-second lasers"と題して, 招待講演(M1001)を行い, 同社におけるマーキングや除去加工を中心としたナノ秒レーザーによる多様なレーザー加工機の製品開発の状況を詳しく報告した。また, 伊 Istituto IMEM CNR および米 JDSU 社らは, "High quality laser machining of silicon: A crystallographic comparison of processing results achieved with state-of-the-art tripled Nd:YAG and IR lasers"と題して講演(M1101)し, UV 波長 355nm の単一モード Q スイッチ Nd:YAG レーザと IR 波長 1055nm の単一モードファイバレーザとによるシリコンウェハの切断加工について, X 線を用いて結晶学的に比較評価した結果を報告した。これによれば, 厚さ 440 $\mu$ m 程度までは IR レーザを用いても UV レーザを用いた場合と比べて加工品質に遜色がないが, それ以上(例えば 670 $\mu$ m)では, UV レーザによる加工品質が IR レーザのそれに比べて勝っていることを報告した。また, 英 Powerlase 社は, "A novel laser technique for patterning black matrix in LCD manufacturing"と題して講演 (M1107) し, 基板の裏面からパルスレーザによるマスクパターンを照射して基板上のブラックマトリクスをパターンニング加工する工法において, 基板上に水を噴射しての水の層で覆うことにより, 加工部のエッジ分解能として 0.6 $\mu$ m, またエッジの直線性として標準偏差で $\pm 0.3\mu$ m 程度が得られ, LCD 用ブラックマトリクスの高分解能かつ高品質な加工が行えることを報告した。

なお, LMF 会議には, 上述したもののほか, 興味深い発表として次のようなものがあった。

M804: Automated calibration of a scanning-based laser welding system (独 RWTH Aachen 大学)

M805: Monitoring of the micro-drilling process by detection of laser-induced shock waves in air (独 FGSW および IFSW)

M1203: Development of a 53 W 343-nm UV laser for next generation material processing (米 Sparkle Optics)

## 2. 4 Nano 会議 (ナノ加工)

Nano 会議では, Nano#1: Emerging Technologies in Nanomanufacturing, Nano#2: Laser-assisted Nanomanufacturing, Nano#3: Nanostructured Materials, および Nano#4: Nanostructuring & Nanofabrication using Femtosecond Lasers の 4 セッションが設けられ, 7 件の招待講演を含めて合計 22 件の講演があった。Nano 会議では, 干渉露光法等による各種ナノ構造の作成やフェムト秒レーザー照射等によるナノ粒子の製造, 新機能の付与, ナノ粒子の焼結による構造体の形成, STM 用ナノプローブなどを用いたナノ加工など, ナノ領域における各種の工法が報告された。例えば米カリフォルニア大の C. P. Grigoropoulos らは, "Fabrication of flexible electronics by laser-aided processing of nanoparticles"と題して招待講演 (N202) し, インクジェットにより塗布されたナノ粒子にレーザー光を照射することによる抵抗や有機 FET (OFET) など各種回路素子の作成法を紹介した。

## 3. Vendor Program・Table Top Exhibition および Sponsors

会議 2 日目の 10 月 30 日 (火) の夕方に, 計 84 社ほどの出展によるテーブルトップ展示がなされた。出展社数は昨年の 73 社と比べて約 15% 増え, 盛会であった。米国での開催なので, 出展企業は当然米国が多

いが、米国外からも、独、カナダ、英、仏、スイス、デンマーク、フィンランド、オーストラリアなどの企業や団体による出展が数多くなされていた。残念ながら、日本からの出展はなかった。オーラル講演の論文件数では日本の発表は全体の10%近くあるので、その比で考えれば8~9社程度の出展があってもしかるべきところであると思われる。なお、米国からの出展企業の中には、欧州企業等の米国現地法人などがかなり多く含まれており、米国でのビジネスがかなり定着している印象である。なお、日系企業としては、Miyachi Unitek 社が出展していた。

また、今回の ICALEO では Sponsors として 18 社ほどがリストアップされているが、ここでも日本企業の名前が見当たらない。海外はモジュール化が発達していて、レーザ加工用の各種部品関連のベンチャー企業が育ちやすい環境にあるが、日本は大企業中心の摺り合わせが発達しており、内製化やグループ企業内での垂直統合などによる統率が顕著なためか、レーザ加工用の部品などに関しては、横割りのベンチャー企業が育ちにくい体質があるのかも知れないが、量的拡大を求めてグローバル市場に出て行くには、やはり何らかの対策が必要だろう。

#### 4. おわりに

ICALEO2007 では、オーラル講演のほかに、ポスター講演が 32 件程度あったが、分野別の分析が容易でないので、ここでの報告は割愛した。次回の ICALEO 2008 は、2008 年 10 月 20 日~23 日に、米国カリフォルニア州 Temecula の Pechanga Resort & Casino にて開催される予定である。

また ICALEO 会議のアジア・太平洋版として、第 3 回 PICALO 会議(Pacific International Conference on Applications of Lasers and Optics)が 2008 年 4 月 16 日~18 日に、中国・北京の Capital Hotel で開催される。PICALO 会議では、全体で 240 件程度の講演が予定されているが、そのうちの約半分は中国からの講演であり、中国を除いた国外からの講演としては、英、独、米などからの講演件数が多く、日本は 4 番目だとのこと。中国における日本のプレゼンスも欧米と同程度以上に高められるよう、レーザ加工関連の国内の開発投資を一層強化してゆきたいものである。