

ICALEO2008 速報

鷲尾 邦彦 (パラダイムレーザーリサーチ)

会議名 : 27th 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 : 2008 年 10 月 20 日 - 10 月 23 日

開催場所 : Pechanga Resort & Casino (Temecula, CA, 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。第 27 回目となる今回のオーラル講演件数は、LMP 会議が 135 件、LMF 会議が 75 件、Nano 会議が 17 件、プレナリー講演が 4 件の計 231 件であった。昨年に比べて、LMP 会議は 6 件 (約 4.7%)、LMF 会議は 4 件 (約 5.4%) の微増となり、Nano 会議は 5 件 (約 23%) の減少となった。日本からの講演件数は減少したのに対して、ドイツは依然として躍進を続けており、ドイツと日本との講演件数比は約 2.6 となるなど、格差が拡大した。マクロ加工分野では高輝度なファイバレーザの普及が進展しており、従来からの溶接分野のみならず、切断や穴あけなどの除去加工分野への適用を指向した各種の実験的試みが目立った。また、微細加工分野では、高出力・高速繰り返しピコ秒レーザなどを用いた微細除去加工分野などの進展が顕著であった。また、空間的および時間的なレーザビームの照射パターン工夫などにより、加工品質を改善する試みが活発になされていた。

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 27 回目として、本年 10 月 20 日から 10 月 23 日にかけて、米国カリフォルニア州の Temecula にて初めて開催された。国際会議場となった Pechanga Resort & Casino は、アメリカインディアンが所有している施設であり、Los Angeles から車で 2 時間、San Diego からは車で 1 時間ほどかかるやや交通不便な場所に位置しているが、スロットマシン約 2000 台などを備えたホテルの規模はかなり大きなものであった。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、午後からは昨年同様に分野別に分かれて、最終日まで 5 つないし 4 つ程度のパラレルセッションが開催された。

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、一昨年より Laser Microprocessing Conference と改称された。なお、これをそのまま略してしまうとマクロ加工分野の 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。

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 21、LMF 会議が 12、Nano 会議が 4 であった。これらのうち、1 セッションは、昨年同様、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 Micromachining であり、ナノ秒レーザやピコ秒レーザを用いた除去加工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いずれも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 135 件、LMF 会議が 75 件、Nano 会議が 17 件となり、プレナリー講演 4 件を含めたオーラル講演件数の総計は 231 件であった。昨年と比較すると LMP 会議は 6 件（約 4.7%）の増加、LMF 会議は 4 件（約 5.4%）の増加、Nano 会議は 5 件（約 23%）の減少となった。

今回の ICALEO 会議への事前参加登録者は 434 名であり、昨年に比べて 24% 程度も減少した。日本からの参加は 27 名程度であり、昨年に比べて 18% 程度減少した。これに対してドイツは、昨年同様、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、参加者数及び講演件数のいずれもが昨年を上回った。このため、ドイツは、事前参加者登録数では日本の約 2.5 倍、講演件数では日本の 2.6 倍程度となり、昨年よりもさらに日本を大きく引き離し、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

プレナリーセッションには、Lasers for Sustainable Energy Future というタイトルが設けられ、エネルギー資源関係で 3 件（講演内容は下記参照）、及びレーザ分野での起業に関して 1 件（講演者は、米・iNCUBIC 社 CEO の Milton Chang 氏）、計 4 件のプレナリー講演があった。

1) エネルギー確保と環境変化：21 世紀におけるグローバルな持続可能性を目指した新しいアプローチ(米 Lawrence Livermore 国立研究所)

米 Lawrence Livermore 国立研究所の Tomás Diaz de la Rubia 氏より、核融合と核分裂とを組み合わせる LIFE (Laser Inertia Confinement Fusion-Fission Energy) と呼ばれる新しい発電方式に関する紹介がなされた。本方式は、核融合により発生する中性子を有効に利用して核物質を燃焼できるので、これまでの原子力発電では使用できなかった未濃縮のウランや燃え残りのウランなどが燃料として利用できる。また本方式は、エネルギー資源問題を解決できるほか、原子爆弾などに使用される懸念のあったプルトニウムなどの削減にも役立ち、核の安全化にも貢献する、きわめて魅力的な新しい原子力発電方式である。現在 Lawrence Livermore 国立研究所で建設中の 192 ビーム、出力 500TW（波長 351nm）の NIF (National Ignition Facility) は、LIFE システム開発の先駆体となる。LIFE システムによる新しい原子力発電の実用には、2020 年頃に、効率 10% 以上でかつ年中無休で動作する出力 20MW 級のドライバレーザを必要とする。

2) 地球温暖化に対する太陽励起レーザによる陽当たりの良い解決策（東京工業大学）

東工大の矢部孝教授（株）エレクトラ代表取締役）から、エネルギーの担体としてマグネシウムを用い、これを水と反応させて効率よくエネルギーを取り出す魅力的なエネルギー装置についての紹介がなされた。マグネシウムは、イオンとして海水に大量に含まれており、これには資源が枯渇するという問題はないが、従来製法である電気分解方式によってマグネシウムを取り出す場合は、大量の電力を必要とするという問題があった。これに対して、太陽光励起固体レーザから得られる高輝度なレーザ光を使用して MgO を還元す

ば、電力を用いなくても、光エネルギーにより、直接的にマグネシウムが得られる。マグネシウムは、車体等の軽量化用のマグネシウム合金用としての需要もあり、エネルギー源としての利用するためのインフラが整備される以前から、合金材料として販売できるというメリットもある。現在、受光面積 4.0 m²のフレネルレンズを用いることにより、Crを共添加したNd:YAGセラミックから、太陽励起にて、80Wのレーザ出力が得られている。この値は、反射鏡を用いた従来の太陽励起固体レーザよりも3倍程度高効率である。

3) 太陽エネルギー利用の将来を目指したレーザ加工 (独 JENOPTIK AG)

独 JENOPTIK AG の Thomas Fehn 氏から、同社が開発したダイオードレーザ励起ディスク固体レーザの紹介を含めて、薄膜太陽電池の製造等に用いられる各種のレーザ加工方式やその市場予測などについて講演がなされた。本講演は新鮮味がなく、プレナリー講演としてはあまり適当ではなかったように思われた。

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金属の積層造形や熱処理、溶接、切断、穴あけなどを中心とした会議である。LMP 会議のセッション数は、LMF 会議とのジョイントセッションを除くと 20 であり、昨年と比べて 1 つ増え、一昨年と同じセッション数になった。昨年の LMP 会議とセッション名を比較してみると、昨年は「高輝度(High Brightness)」をタイトルに含んだセッションが 2 セッションあったが、今年はそれが 1 セッションに減り、代わりに切断のセッションが 1 セッション増えて 2 セッションとなった。また、昨年あった半導体レーザ技術と加工に関するセッションが消え、代わりにレーザ加工用の光学系に関するセッションが新設された。高輝度なファイバレーザなどが当たり前のように普及し、単に高輝度というだけでは目新しさがなくなってきたものと思われる。

LMP 会議における、LMF 会議とのジョイントセッションの 9 件の講演を除いた、全オーラル講演件数 135 件を工法別に概略的に分類してみたところ、金属堆積および表面処理 (熱処理、ピーニング等) 34%、接合 32%、切断・穴あけ 17%、レーザ機器・光学系、監視制御系その他 17%程度となった。溶接・ろう付け等の接合分野がやや減少し、代わりに金属堆積、ピーニング、切断・穴あけ、光学系などに関する講演がやや増えた感触である。接合分野では、昨年は、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が 1 つ設けられたが、今年は、75 歳になられた今も元気で活躍されておられる William M. Steen 教授 (英 Liverpool 大学) のこれまでの業績を称えた特別セッションが 1 つ設けられた。

溶接分野の講演のうち、使用しているレーザ光源が明らかにされている講演 36 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 15.5 件(43%)、Nd:YAG レーザ 11 件(31%)、CO₂レーザ 5.5 件(15%)、半導体レーザ 4 件(11%)となった (異なるレーザ光源を用いている場合については適宜案分した)。従来のNd:YAGレーザを用いた講演件数に対するファイバレーザなどの高輝度レーザを用いた講演件数の比は昨年の 1.23 から今年は 1.4 に増大しており、溶接分野では高輝度レーザの利用が一段と進んでいることが推察される。高輝度レーザにはファイバレーザのほかに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 6.5:1 程度で、ファイバレーザのほうがディスクレーザよりもかなり多く使用されている。また、切断・穴あけ加工分野の講演のうち、使用しているレーザ光源が明らかにされている講演 20 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 9 件(45%)、CO₂レーザ 5 件(25%)、Nd:YAGレーザ 5 件(25%)、半導体レーザ 1 件(5%)

となった。溶接よりも一段と高ピーク強度が必要となる切断・穴あけ等の除去加工分野において、高輝度なファイバレーザを応用する試みが活発化していることが明らかとなった。

これに対して、金属堆積・表面処理分野では、使用しているレーザ光源が明らかにされている講演 37 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、CO₂レーザ約 38%、非Qスイッチ固体レーザが約 23%、ファイバレーザ約 12%、半導体レーザ約 11%、Qスイッチ固体レーザ約 11%であった。この分野へのファイバレーザの適用は、前述した溶接分野等に比べて、それほど進展していない。反面、半導体レーザの適用は、溶接や除去加工分野に比べるとかなり進展している。

LMP 会議における国別発表件数は、米国 33 件、ドイツ 26 件、英国 11 件、日本およびフィンランド各 10 件、中国 7 件、その他諸国 38 件となった。昨年の LMP 会議においては、日本からの発表件数は 12 件あり、国別では第 3 位であったが、今回は英国に抜かれて、フィンランドと同じ 4 位となった。日本は講演件数を減らしたが、中国やフィンランドなどは講演件数を伸ばしており、LMP 分野における日本のプレゼンスがかなり低下している様相が感じられ、大いに気がかりである。

2) 高輝度レーザ溶接 (LMP セッション#7)

ファイバレーザやディスクレーザなどの高輝度レーザを用いた溶接加工に関するセッション(LMP セッション#7)では計 10 件の発表があった。内訳は、マルチモードファイバレーザを用いたもの 6 件、単一モードファイバレーザを用いたもの 2 件、ディスクレーザを用いたもの 2 件であり、国別の内訳は、ドイツ 4 件、日本 2 件、米国、英国、フィンランド、韓国各 1 件であった。ドイツからの発表件数が他国を陵駕している。日本からは、10kW 級ファイバレーザを用いたステンレス鋼などの深溶け込み溶接に関する実験結果が、阪大および日立製作所から計 2 件発表された。

米 Fraunhofer USA, Center for Laser Technology は、車載用燃料電池向けの金属箔やシートの切断や溶接に単一モードファイバレーザを適用した実験結果について報告した(講演番号 701)。例えば、CW 出力 400W の単一モードファイバレーザを用いた場合、厚さ 0.2mm のステンレスシートの重ね合わせ溶接の溶接速度として、40m/min が得られている。また独 BIAS(Bremen Institute of Applied Beam Technology) は、金属シートを高速に重ね合わせ溶接した場合に見られるハンピング (humping) という溶接欠陥が発生する現象について、CW 出力 1kW の単一モードファイバレーザと厚さ 2.5mm のステンレスや軟鋼の板材とを用いて、ハンピングの発生と溶け込み深さ、溶接速度、およびレーザ出力とに関する実験的及び理論的検討結果を報告した(講演番号 702)。

なお、レーザ機器に関するセッション(LMP セッション#2)において、独 Trumpf Laser 社より、CW1.5kW 出力レベルではビームパラメータ積として 2mm・mrad が得られる比較的高ビーム品質なディスクレーザや薄型ディスク 2 枚でレーザ出力 10kW 以上(この場合のビームパラメータ積は 8mm・mrad) が得られる高出力なディスクレーザの発表があった(講演番号 202)。同社は、来年にはディスク 4 枚を用いて、CW レーザ出力 16kW が得られる高出力ディスクレーザを製品化し、市場に投入するとしている。ファイバレーザのみならず、ディスクレーザでも 10kW を超えるレーザが製品として得られるようになるので、10kW を超える超高出力レーザを用いた高輝度レーザ溶接の産業への応用が今後一段と加速するものと思われる。

3) 金属等の穴あけ加工 (LMP セッション#3)

このセッションでは、タービンプレードの穴あけ加工などを対象とした金属の穴あけ加工に関する講演が

7 件、ボロシリケートガラスの一種で高耐熱衝撃性のある GG17 ガラスの穴あけ加工に関する講演が 1 件、計 8 件の講演があった。タービンプレードの穴あけ加工用などには、これまでランプ励起のパルス発振 Nd:YAG レーザが通常用いられていたが、LMP セッション#3 では、ピーク出力 10kW が得られるファイバレーザを用いた穴あけ加工に関して、米 Connecticut Center for Advanced Technology, National Center for Aerospace Leadership, および米 LFI 社より 3 件の報告（講演番号 303, 305 および 309）がなされた。このような、どちらかというファイバレーザが苦手とするような高ピーク強度の加工領域にまでファイバレーザの適用の検討が進んでいることを知って驚いた。ファイバレーザを使用することのメリットとしては、ダイオード励起による入熱波形の優れた制御性や、加工穴形状等のばらつきが少ないので加工品質がよく、高歩留まりが期待できることなどが考えられているようである。

4) 金属等の切断加工 (LMP セッション#15 および#20)

金属等の切断加工に関しては、LMP セッション#15 および#20 の 2 つのセッションにおいて、計 15 件の講演があり、そのうち 6 件がファイバレーザを用いたものであった。ファイバレーザは、金属の薄板に関しては優れた加工品質で高速な切断加工が実現している。例えば、厚さ 0.1mm のステンレスシートについては、CW 出力 1kW の単一モードファイバレーザとガルバノスキャナとの組み合わせにより、切断速度約 60m/min の高速切断が実現しており、直径 6.5mm の穴加工については、100 個のリモート穴加工が 2 秒以下で行える（講演番号 2005）。

しかしながら、板厚 2mm 程度を超える金属厚板の切断に関しては、ファイバレーザによる加工品質（表面荒さやバリなど）が CO₂ レーザによる加工品質に比べてまだ劣っているため、その原因の解明と加工品質の改善策に関する講演が多数件なされた。独 Technical University Dresden からは、厚板では、レーザにより切断加工される加工フロント面が切り立つとレーザ光を効果的に吸収できなくなるという現象があるが、その度合いが波長 10 μm 帯の CO₂ レーザに比べて波長 1 μm 帯ファイバレーザのほうがより顕著となり、高品質な厚板の加工が困難になるという解析結果が報告され、その対策としてスキャナによるレーザビームを高速に振動させて加工フロント面があまり切り立たないようにする新しい加工法について提案がなされた（論文 2006）。

なお、ICALEO2008 国際会議の 3 日目にオーラル講演とパラレルに開催されたポスターセッションにおいて、デンマーク工科大学 (Technical University Denmark) から、金属を溶融させるためのメインレーザビームのほかに溶融池（メルト）を除去するための数本の副次レーザビームを用いて加工する方式が提案され、板厚 1mm および 2mm のステンレス板の切断加工実験として、メインビームのみを用いる場合に比べて、加工品質をかなり改善できるということが報告された（講演番号 P156）。

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て 12 となり、前回（昨年）の 13 セッションに比べると 1 セッション減少した。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、セッション名からの技術分野別の消長の詳細な比較は困難である。半導体レーザ励起ピコ固体レーザの高出力化など最近の顕著な進展などにより、従来のナノ秒レーザを用いた加工よりもより精密・微細な加工を狙った講演が増えたような印象である。

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 56%と圧倒的に多く、次いで堆積や表面改質、内部改質などが約 24%、溶接など接合が約 17%、その他が約 3%であった。昨年の LMP 会議と比べてみると、除去加工に関する講演件数の比率が顕著に増加している。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 71%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 29%程度であった。CW レーザやノーマルパルス発振レーザの中ではファイバレーザを用いたものが比較的多く、LMF 会議の全体の講演件数の約 9%程度を占めたものの、昨年は LMF 会議で講演されたような微細加工分野の一部が今年は LMP 会議に移行したりしたこともあったせいも、今年の LMF 会議におけるファイバレーザを使用した講演件数は、昨年に比べて約半減した。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 30%弱、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 30%強を占めるなど、使用される光源の比率は、昨年同様に LMP 会議とはかなり異なる結果となった。

なお、LMF 会議では、招待講演は全体で 6 件あったが、そのうち日本からの招待講演が 2 件(M304 および M901)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を感じられた。しかし、国別発表件数という点では、米国 23 件、ドイツ 17 件に対して日本は 7 件、英国が 6 件、その他諸国が 22 件となり、日本からの発表件数はドイツを大幅に下回り、昨年同様の第 3 位という結果になった。しかも、日本は昨年の 10 件に比べて講演件数が減ったので、今年は英国との件数差が 1 件しかなくなった。この低落傾向が続くと、来年は LMF 分野においてもランクを下げてしまう懸念もあり、日本の奮起が求められる。

2) LMF 会議におけるトピックス

LMP 会議とのジョイントセッションとして開催された LMP セッション#4 (LMF#10)では、Micro-machining と題して、エキシマレーザや波長可変固体レーザによるナノ秒光パルスや、超短パルスレーザから得られるピコ秒やフェムト秒光パルスを用いたシリコン等各種材料の微細除去加工に関する講演が 9 件ほどなされた。

米・Penn State Electro-Optics Center からは、パルス幅 4ns 程度のグリーン (波長 532nm) のナノ秒光パルスを 2 系列用い、パルス間隔や隣接したパルスの強度比を変えて、チタンやステンレスシートの穴あけ加工におけるダブルパルス照射効果を調べた実験結果が報告された (講演番号 401)。ダブルパルス照射効果については、すでに米 General Atomic 社により数年前に報告がなされているが、パルス間隔を 30ns 程度離れた場合のほうが、パルス間隔がより短い場合よりも穴加工に必要な加工時間が短縮でき、ダブルパルスによる照射は、最初のパルスで発生したプルームを早く除去するのに、後からのパルスが効果的に作用しているに違いないという、以前の実験結果の解釈を肯定する結果が得られている。

独・Lumera社 からは、基本波の波長 1064nm では平均出力約 50W (240 μ J@200kHz, 50 μ J@1MHz) が得られる高速繰り返し・高出力エネルギーピコ秒パルスレーザとその波長変換光 (波長 532nm および波長 335nm) を用いて、シリコン、鋼、アルミニウム、ガラスなどを溝加工した場合における各種材料の体積除去速度に関して、比較的詳しい実験結果が報告された (講演番号 408)。例えばシリコンに対しては、22mm³/min程度が得られている。

LMF セッション#3 では、Laser-Micro Welding と題して、電子部品・光部品等の各種パッケージング用の微細接合に関する講演が計 9 件なされた。このセッションの中では、大阪大学の宮本勇名誉教授による、独・Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technology (SAOT)にてなされたピコ秒およびフェム

ト秒などの超短パルスレーザーを用いてのボロシリケートガラスやシリカガラスの詳細な接合実験結果に関する招待講演（講演番号 M304）が特に興味深かった。高速繰り返しパルス照射によるガラス内部での適度な熱の蓄積がクラックなどの発生による溶接欠陥の防止に有効であり、照射条件をよく選定すれば、母材の破断強度を上回るような接合強度が得られることなどが明らかにされた。ドイツでは、比較実験に使用する種々のレーザーなど、実験機材をすぐに自由に使用できる実験環境が比較的容易に得られるので、着想から実験結果を得るまでの大幅な時間短縮が図れ、日本国内で行うよりも、能率的な研究開発が行えるようである。

LMF セッション#4 および#8 では、Ultrafast Processing I および II と題して、ピコ秒レーザーやフェムト秒レーザーを用いたガラス等の微細加工や超短パルスレーザー光源等に関して、計 11 件の報告がなされた。このうち 6 件の講演では、レーザー光源としてパルス幅 30fs~100fs 程度の超短パルスが得られる Ti:サファイアレーザーが使用されていたが、Yb 系固体レーザーやファイバレーザーを用いたレーザー装置やそれらによる実験結果に関する報告も数件あり、目的により使用されるレーザー光源の棲み分けが進展しているように思われた。

カナダ Toronto 大学の Peter Herman 教授から、フェムト秒パルスのバースト（実験ではバーストパルス内のパルス数が 7 つでパルス間隔が 27ns 程度の）パルス列を用いた BK7 ガラスの深穴加工などに関する興味深い実験の報告があった（講演番号 M806）。直径 20 μm 程度のきれいな深穴加工がクラックなどの欠陥を生じないで実現できており、1000 バーストの照射では加工された穴の深さとして 885 μm 程度が実現している。バーストパルスを発生させるレーザー光源は市販のレーザー装置を改造して使用しており、加工品質の優れた最適な加工を行うには、まだ市販のレーザー製品を使用するだけでは実現できない未開拓のパラメータ領域があることが明らかにされた。これらの知見は、今後の精密微細加工用のレーザー光源開発にとって大変示唆に富み、重要であると思われる。

2. 4 Nano 会議（ナノ加工）

Nano 会議では、Nano#1: Nanoprocessing and Nanophotonics, Nano#2: Nanostructured Materials and Device Fabrication, Nano#3: Nanostructure Integration and Probing および Nano#4: Nanolithography and Photopolymerization の 4 セッションが設けられ、6 件の招待講演を含めて合計 17 件の講演があった。Nano 会議では、ナノ構造の製造方法として、かならずしもレーザーを必要としない方式も含め、多様なアプローチによるナノ構造の実現方法やナノ材料などのデバイス等への新規な応用などが議論された。

例えば、米・プリンストン大学からは、レーザーを用いてレジスト等への線幅 100nm 以下の描画が可能な新しい直接描画方式の紹介があった（講演番号 N101）。本方式では、ポリスチレン製の微小球（直径 0.46 μm など）を波長 532nm のベッセルビームを用いて捕捉して、これを加工サンプル上で自在に走査できるようにし、さらに微小球をレンズとして用いて所望の場所で波長 335nm のパルスレーザー光を照射することにより、その近接場光による作用として、加工線幅 100nm 以下程度の微細な直描加工を実現している。

また独・Fraunhofer Institute for Laser Technology (ILT)からは、ナノ粒子からなる ITO (Indium Tin Oxide) をバインダに加え、これをインクジェット方式でワークの必要領域のみに局所選択的に塗布したのち、レーザービームの照射による熱処理を行ってこれらを機能膜に改質するという、エッチングを用いない、環境負荷が少ないアディティブ加工方式に関する紹介があった（講演番号 N303）。

3. Vendor Program・Table Top Exhibition および Sponsors

会議 2 日目の 10 月 21 日（火）の夕方に、計 75 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 84 社と比べて約 11%の減少ではあるが、2 年前にアリゾナ州の Scottsdale で開催された時と比べると出展社数は若干上回っており、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、ポルトガル、オーストラリアなどの企業や団体による出展も本年も数多くなされていた。残念ながら、日本からの出展は本年もなかった。オーラル講演の論文件数では日本の発表は全体の 8%近くあるので、その比で考えれば 5~6 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、今年は古河電気工業(株)の現地関係会社である OFS の Specialty Photonics Division が出展していた。

また、今回の ICALEO では Sponsors として 19 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かった。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。これに対して、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。しかし、国内市場の伸張率は海外市場の伸張率に比べてかなり低いので、量的拡大を求めるにはグローバル市場に積極的に出てゆく必要があり、国内企業のさらなる育成強化策等が必要であると思われる。

4. おわりに

ICALEO 2008 では、オーラル講演のほかに、ポスター講演が 24 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。容赦頂きたい。なお、次回の ICALEO 2009 は、2009 年 11 月 2 日～5 日に、昨年同様、米国フロリダ州 Orlando にて開催される予定である。

今年の ICALEO は、昨年と比べて開催場所がより不便なところで開催されたり、市場の環境がかなり悪化・低迷している時期に開催されたりしたことなどにより、従来よりも国際会議への参加が困難になったことは否定できないが、このような時期においても、ドイツや中国などは前年に比べて発表論文件数などを着実に増大させているという現実を直視して、あまり短期的な企業等の業績に左右されないで、レーザ技術者の長期的育成強化などが行える抜本的な産業技術振興施策の構築とその推進などが強く望まれる。