

思い出すまま

(財)国民工業振興会評議員のお二人の偉才を失った。中村 孝さんは、少なくとも溶接界に身を置く者にとって、知らない方が居られない業界を引っ張って行かれた立派な方で、業界の後輩として誠に寂しい限りです。中村さんは、(株)電元社製作所の専務を経た抵抗溶接の権威で、溶接協会でも大いに活躍された方で、大変に学問に対する好奇心が強く、我々は大いに勉強になった次第です。享年 91 歳

折田道夫さんは、日本曹達(株)の社長・会長を務められ、会社の中興の祖と言われる方で、曹達業界で珍しく薬学博士の学位をお持ちで、化学史、更に哲学にも詳しい方でした。折田さんは、化学の発達は、神話の世界から自然哲学の、ヒポクラテス、ソクラテス、アリストテレス、ダーウインの説を経て、自然化学の急速な発展の時代に繋がったと説いて居られた。1860年に第1回国際化学会議が開かれたが、出席者名を見るとまさに百花繚乱化学史に名を留めた学者が一堂に会して、紀元前から自然哲学者が思い続けた自然現象が次から次に明らかにされると述べておられた。日本の化学界にとって貴重な方でした。享年 82 歳。謹んでお二人のご冥福をお祈り致します。

専務理事 吉武進也



(財) 溶接接合工学振興会・総会・特別講演会

日時 平成 20 年 5 月 23 日

ニューオータニイン東京 おおとりの間
木原賞・金沢賞受賞者及び推薦者



(株)IHI シェアラ	(株)東芝	東北大学	東京大学
結城正弘氏	依田正樹氏	佐藤裕氏	古賀毅氏
(金沢賞)	(金沢賞)	(木原賞)	(木原賞)

平成 19 年度(財)国民工業振興会・(財)溶接接合工学振興会関連の表彰一覧

表彰名	氏名	受賞題目
木原賞 (第 17 回)	古賀 毅氏	溶接・接合情報に基づく製品のモデル表現を中核とした統合ものづくり支援システムの構築。～モノとモノとの繋がり情報のマネジメントによる設計から生産・廃棄までを考慮可能なデジタル・エンジニアリング手法の実現～。
	佐藤 裕氏	摩擦攪拌接合部の組織解析とその制御に関する研究。
金沢賞 (第 3 回)	依田正樹氏	レーザーを応用した原子力内構造物の検査、補修、予防保全技術の一体化に関する開発と実用化。
	結城雅弘氏	大型溶接構造物に対する溶接・接合技術の研究開発と実用化推進。
佐々木賞 (平成 19 年度)	浅井 知氏	溶接自動化システム・溶接プロセスの進歩・発展ならびに後進の指導・育成に貢献した功績。
	石川 忠氏	溶接構造物の安全性向上に資する耐破壊性能に優れた新鋼材の開発とその実用化。

(注)佐々木賞は、平成 20 年度春期溶接学会(大阪)で表彰

特別講演 「イノベーター日本を担うものづくり科学の展開と溶接技術動向」

大阪大学名誉教授 工学博士 豊田政男氏

(前大阪大学工学部長・大学院工学研究科長)

「イノベーター日本」は、平成 18 年 4 月 1 日から発足した第 3 期科学技術基本計画の理念「国力の源泉を作る(理念 2)」の大目標として設定されたものである。ここでは、革新を続ける強靱な経済・産業の実現のため、「世界を魅了するユビキタスネット社会の実現」、「ものづくりナンバーワン国家の実現」、「科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化」を目標としている。

ものづくりに必要な智慧は、アリストテレスのプロネシス(思慮)で、これはビジョン、駆動目標、対話、実践、場、知識資産、環境をトータルに関係づけて知の総合力を発揮するリーダーシップの根幹にある知識の知恵化を支援する概念である。アリストテレスによれば、知には三つがあり、科学的知識(エピステーメ)、ものづくりのノウハウ(テクネ)、その両者を統合する倫理の思慮分別をもって最適の判断行為をする実践的な知恵(プロネシス)があると言われている。

日本の研究費は GDP 比率では世界一であるが、金額では米国の半分であり、これに対して近隣の中国、韓国は、研究費の伸び率が極めて大きい。基礎的な素材産業である粗鋼生産については、2003 年のデータでは日本の 1.3 億 T に対して、中国が 4 億 T/年に達する勢いである。「ものづくり科学」が話題になるのは、日本のものづくりには、産業界、大学、我が国の政策に起因する開発研究の空洞化が見え始めており、ものづくりが活きるには競争力が生まれなければならない。研究開発の競争力をつけるには、基礎研究力の強化が支援されるべきである。

富の源泉をもたらす我が国製造業の将来像と課題として、「ものづくり科学」の強化が必要であり、ものづくり分野で今不足しているのはものづくりを担う人材である。特に研究開発部門で評価に基づく偏りが見られると言われている。即ち、ものづくりを支える人財(大学などの基礎若手研究者と企業での開発研究者の両者)へのインセンティブが大きくなく、希望が与えられていないことである。我が国の製造業にとって、今後必要とされる人材は、ものづくり科学の英知によって新しいものづくり科学と産業を創出する研究者集団を増やし、更に、ものづくり科学を技術に展開する研究開発集団をもう少ししっかりと育成することである。既存ものづくりを支える技術・技能集団については、減少した場合にはグローバルな対応が考えられる。

大阪大学での新しいものづくりを生み出す駆動力の例として、原子論的生産技術(極めて高精度な「物



を作る技術)の具体例、即ち EEM(世界で最も平坦な表面の創製)、プラズマ CVM(世界初の大気圧プラズマによる高能率加工)、大気圧プラズマ CVD(世界初の大気圧プラズマによる超高速成膜)、超純水のみによる電気化学加工(世界で初めて超純水だけであらゆる金属等を加工)を挙げて説明された。

溶接技術に対しては弛まない開発意欲が生産革命をもたらしてきたが、溶接は、非定常、過渡現象を取り扱っており、実に複雑な現象で、色々な科学現象の組合せであり、科学的視点を失った時にはその技術の発展はない。「つなぐ」をしっかりと「係」いで、「繋」ぎとめ、離れようとするものを「維」ぎ止めておくことに「結」びまとめなければならない。そのために、技術を「紹」ぎ「嗣」が無ければならない。溶接・接合技術の今後の発展に必要なものとしては、溶接現象の真の科学的解明(実験と理論)、物理学に基づく溶接現象のシミュレーションであり、「基本に還るために基本を知る」事が重要である。現在、大阪大学大学院工学研究科リサーチイニシアティブとして、例えば、「先進溶接アSEMBル技術の開発」他のプロジェクトが実施されている。

「ものづくり」に生きる産学協働体制としては、大阪大学には共同研究講座制度があり、これは、Industry on Campus 構想を実現する新しい産学連携方式であり、企業と大学で作る研究講座である。現在、多くの企業の参加を得て、鉄鋼他の企業の各社各様な目的と運営により実施されている。このように日本のものづくりを支える人材の教育を産学協力して実施している。



(財)国民工業振興会 理事会・評議員会講演
日時 平成 20 年 6 月 4 日 11:30~12:00
場所 ニューオータニイン東京 ももきりの間

講演 「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」

(地独)東京都立産業技術研究センター 東京都企業化統括 井上滉氏

東京都では、平成 18 年から 5 年計画で、東京都地域結集型研究開発プログラムとして、「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」を実施して都市の大気環境の改善を目指し、大気に含まれる有害化学物質(VOC(揮発性有機化合物))の排出を削減するため、中小企業者も導入可能な VOC 処理装置の開発を進めている。テーマ 1 「環境浄化材料の開発」(リーダー; 堂免一成 東京大学大学院工学系研究科教授)では、VOC を高効率で分解する新たな触媒を可視光応答型光触媒の技術を基に開発、テーマ 2 「有害ガス・塵埃処理装置の開発」(リーダー; 吉田裕道 東京都立産業技術センター地域結集事業推進部長)では、テーマ 1 で開発された材料を活用して、中小企業向けの大風量・低濃度の VOC を処理する装置を開発する。これらの技術開発により、住宅と工場が共存しうる環境を形成するとともに、都民の健康をまもり、企業に高付加価値をもたらす環境ビジネスを創生することを目指している。本講演では、東京都の現状及び課題、東京都の VOC 対策、研究開発実施の状況について詳細に説明された。

VOC とは、Volatile Organic Compounds の略称で、揮発性がある有機化合物の総称で、トルエン、キシレン等様々の物質がある。これは大気汚染を引き起こす浮遊粒子状物質(SPM)や光化学オキシダント発生の原因の一つとして知られている。その対策として、2004 年に大気汚染防止法が改正され、2006 年より VOC 対策が始まった。環境省では、自動車からの炭化水素の排出規制に加えて、工場等の固定発生源からの VOC 排出及び飛散に関して、排出規制、自主的取り組みの促進、各種検討調査などの施策を講じている。

東京都の大気汚染状況を示すために、東京都環境局公式ウェブサイト「東京の環境」を開いて都庁舎(31階、標高191.5m)からの霧がかかったような状況の映像を写して東京都の大気汚染状態を示された。東京都では、50箇所にて定点観測点が設置されており、その測定結果から光化学オキシダント濃度が0.12ppm以上となった日数は2000年以降急激に増加している。また、関東1都6県の広範囲で高濃度化している。東京都の有機物土壌汚染(VOC汚染)の区域が指定されており、指定区域外でも工場での有機物汚染は多いと言われている。浮遊粒子状物質(SPM)は、大気中に浮遊する直径10ミクロン以下の固体又は液体の微粒子(エアロゾル)で、東京都では、H16年以降、SPMは減少、VOCは増加傾向を示しているが、VOCとSPMの大気中の挙動を把握する事が重要である。

東京都のVOCの排出量については、年間14万T/年(全国では185万T/年)で、塗装、印刷、クリーニング等の固定発生源が70%以上を占めている。業者数が多いが、大気汚染防止法の規制対象となる業者は18社であり、東京都のVOC対策としては、中小企業者の自主的取り組みでVOCの2万T削減を目標としている。塗装ブースシミュレーターでVOCの発生状況を正確に把握し、これらをベースに処理装置の開発に取り組んでいる。

東京都では、上述の研究開発に取り組んでおり、環境浄化剤利用の開発では、豚の骨から活性炭として新吸着剤、複合機能材料を開発、アルミナを鋳型に作製したニッケルナノホールアレー等新触媒を開発している。補修・分解による土壌浄化では、パッケージ型装置を開発している。このように平成23年12月を研究終了目標として、開発製品1兆円を越える新技術開発(吸着剤応用、光触媒応用、土地浄化、大気汚染防止等)に取り組んでいる。本プログラム実施の効果としては、中小企業が導入可能なVOC処理装置の開発、地域協業によるVOC削減、新環境浄化材料の開発、VOC対策製品の市場拡大等がある。

財団法人 溶接接合工学会 第19回セミナー議事録

「レーザ加工技術の動向と今後の展開」

平成20年10月30日(木) 13:00~19:10

場所 「ゆうぼうと」(東京簡易保険会館)

講演会 福寿の間(7F)、懇親会 重陽の間(7F)

主催 財団法人 溶接接合工学会

共催 財団法人 国民工業振興会

後援 (社)溶接学会、(社)日本溶接協会、(社)日本高圧力技術協会、

司会 大阪大学大学院教授

平田好則氏

開会挨拶 東京大学名誉教授

野本敏治氏



平田好則氏



野本敏治氏

I. 講演

1. レーザの進歩と動向

(財)日本溶接技術センター会長

入江宏定氏

レーザ加工技術の動向と今後の展開について、今は研究に直接携っていない立場であり、ここではハード面を中心にレーザの種類や特性についてまとめた内容を紹介する。

加工用レーザの種類は気体、固体、気体エキシマに大別されるが、気体レーザではCO₂が中心であり、固体レーザは急速に発展しNd、(Yb)のYAGレーザとファイバーレーザや半導体レーザがつかわれ、気体エキシマ

レーザは近年著しく伸びてきている。

加工用レーザ装置の国内生産動向はエレクトロニクス産業の成長と共に急激に伸び、中でもエキシマレーザ装置は 2006 年実績で、全体の 61.2%を占め、CO₂レーザの 22.3%、固体レーザ 12.6%、その他の割合となっている。CO₂レーザは 93.2%が切断・穴明け用で、他はマーキングと溶接・接合である。YAG固体レーザは幅広い用途に使用され、トリミングリペア 29.4%、溶接・接合 25.3%、マーキング 22.7%、切断・孔明け、その他となっている。YAGレーザは国産品が多く、CO₂レーザは外国製が多い。加工用レーザ装置の出力を増大しようとする不安定になるが、ビームの安定化、発振効率の向上が図られ、パートタイマーでも加工できるようになり、さらに装置の小型化や操作の容易化で完全自動化も可能となった。



レーザ溶接は品質の向上により表面の微細加工や微小な穴加工ができるようになり、中板厚みの材料に対して相反する要件である、焦点深度を深くし、スポット径を小さくすることを同時に満たす改善が図られている。CO₂レーザはN₂を放電励起し、CO₂に衝突させてCO₂を励起させるため、この時にロスが発生する。

CO₂レーザの発振器の型として高出力化に対して放電軸は軸流型が好ましい。2軸直交型、3軸直交型は放電面積を増やすには具合が良いが、ビームの品質や安定性が低下する。この発振器の形状と放電形態との組み合わせにより、低速軸流型と直流放電では均質なビーム発信効率(MAX27%)が得られる。しかし現在は軸流型、高周波放電が主流であり、発振効率が7%程度である。

CO₂レーザの開発は効率を上げることよりも安定性を求めている。ガス圧を上げて放電密度を上げるとグロー放電からアーク放電に移行する危険性がある。一方、出力窓の熱歪を解消し大出力化の検討がされており、海外では出力窓のない方向を模索している。

半導体レーザ LD の発振効率は Max50%台であり、LD 励起 YAG のある試算では 30%台(実質は 15%くらいか)。励起用半導体レーザの発振元素は今や Yb、(Nd)が中心になりつつある。

LD 励起 YAG のビームの品質向上については、YAG 結晶ロッドの熱による膨張が起こり、ビームの質が変化するなどの問題があったが、10年前と今では大きく異なり、冷却装置、レーザ発振器の小型化が実現、品質も向上している。

ファイバー径とレーザの質に関しては、発振器の径が小さいほど焦点深度も小さくなるが、ファイバー径を小さくすると周りに吸収されて出力が落ちる。微細加工や面加工ではスポット径(dw)を小さくすることが好ましいが、厚板の溶接、切断には焦点深度を深くする必要があり、発散角(θ)を小さくして、ファイバー径を小さくして、長距離の照射を可能にするなど工夫がされている。

ファイバーレーザ用のファイバーはコア部と第一クラッド、第二クラッドで構成され、中心のコア径は 100 μ m(5 kW まで可能)で、厚板の焦点深度が深いものまで溶かせる。

今後の固体レーザ開発ではルビー(Cr)が10数年前に行われたが今は消えた。現在は個体レーザの開発は Nd:YAG ランプ励起が中心で、非線形素子(第 2、3、4 高周波 YAG)やカスケード接続、巨大 YAG 結晶、中空水冷構造、スラブ YAG などと、大出力 LD(Nd,Yb)、ディスクレーザなどの開発が進められている。

2. レーザ溶接の現象とその直接観察

大阪大学接合科学研究所教授

片山聖二氏

レーザ溶接はパワー密度が高く、深い溶接ができる。そして熱影響が小さく材料特性を損なわない特徴がある。これまでスポット抵抗溶接であったものから YAG レーザにシフトしている。リモートスキャナーによって離れた位置から早く溶接できるなど、レーザ溶接は高速の生産性と高パワーによって厚板の溶込みを深くできると同時に、精密な溶接や高品質、高機能部品の溶接ができるため適応範囲が広がってきている。



今回はレーザ溶接の現象とその直接観察について紹介する。

レーザ溶接でパルスによるスポット溶接と連続発振レーザのビード溶接では溶融現象が異なり、スポット溶接はキーホールが小さく、プラズマブルームが大きくスパッタの発生が多い。一方ビード溶接ではキーホールが後方に大きく広がりプラズマブルームは小さい。

シールドガスは CO₂レーザ溶接部の溶込み特性と溶接速度に影響を及ぼし、材料がアルミニウム、ステンレスともにガスを He にした場合に比べて N₂、Ar ガスでは、溶込みが浅いことが観察された。レーザの溶接現象を超高速度ビデオにて観察、CO₂レーザの溶接時のプラズマ/ブルーム挙動及び He、Ar、N₂のシールドガス中におけ

る挙動を比較すると、He に比べ Ar、N₂ では金属ブルームの発生が多いことが観察された。また、SUS304 鋼の溶接部の溶込みは 100%He と He に Ar(25%、50%75%)を混合した場合、100%Ar、100% N₂ では溶込み深さが歴然と異なることなど、溶接時の状況を観察した内容が動画で紹介された。

また、マイクロフォーカス X 線透視法と高速ビデオによる観察で N プラズマと熔融池内キーホールの挙動の観察結果を動画にて紹介。そして溶込み形状に及ぼすファイバーレーザーパワー(1.07 μm)の影響は SUS304 の 20mm 厚みではレーザー出力と溶込み深はリニアな関係にあることが図で説明された。

レーザービームとレーザー誘起ブルームとの相互作用について可視化の実験を行い、レーザー誘起ブルームによるプローブレーザービームの屈折状況を観察した。高パワー密度のファイバーレーザーと CO₂ レーザ(He)、CO₂ レーザ(Ar)での熔融池及びキーホールの形成される状況、ファイバーレーザーにおいては金属電離プラズマの発生、CO₂ レーザ(He)では金属ブルームの発生、CO₂ レーザ(Ar)では金属プラズマブルームの発生状況などが模式的に説明された。

湯流れに及ぼす影響については Ar 雰囲気中ではキーホール口から熔融池後方に向う湯流れが強いが、大気中ではキーホール口後方に向かう流れは弱い。酸素が入るか入らないかによって広がり方が違ってくる。こうした湯流れは表面張力とブルーム噴出に伴うせん断応力によって生じるとの説明があった。

ファイバー溶接実験装置を作り実験した結果、溶込み形状と深さに及ぼすパワー密度の関係は 10kW で 4.5m/min の時パワー密度 80kW/mm²ではアンダーフィルやスパッタが発生するが 200kW/mm²~640kW/mm²で良好な深い溶込みができるが、0.2mm以下のポロシティが発生して、1.5MW/mm²M ではハンピングが起きる。ファイバーレーザー溶接の高速溶接の熔融池の変化を高速カメラで観察した状況が動画で紹介された。

アンダーフィルの抑制には前進角を 20° にすると効果がある。ブルームの傾きとスパッタ飛散方向に相関があり、ブルームのせん断力で融液が押し上げられていることが観察された。高パワー密度の溶接ではハンピングが起きるが、この抑制には焦点を 2mm 下側に外すか、貫通溶接が有効である。ハンピング抑制についての実験では、表面ビード幅が狭く融液の吹き上げ量が多い状況の例などが動画で紹介された。

マイクロフォーカス X 線透視法と高速ビデオによってアルミニウム合金の溶接で、熔融池の表面観察とキーホール挙動を観察、低速溶接ではキーホール先端から気泡が発生(ポロシティの生成)するが、高速溶接では気泡発生がないなど溶接速度の影響が観察された。

スキャナー高速溶接の例としてファイバーレーザーによるリモート溶接の高速ビデオ観察の状況を動画にて紹介、レーザービームは溶接中の蒸発物の影響を受ける。そのレーザー誘起ブルーム(蒸発物)をファンによって除去し溶接すると良好な溶接結果が得られた。

パルス YAG レーザによるスポット溶接時の挙動観察について、ポロシティの生成条件や生成機構について、溶接時のポロシティがどのようにして起きるか溶融、キーホールの挙動と凝固などの観察結果や溶接時のモニタリングと適応制御法について説明、上板と下板との隙間の大きさによる溶着の不具合、穴あきの発生現象を観察し、その抑制方法としてインプロセスモニタリングにより接合強度のばらつきを抑制するなどの事例が紹介された。こうしたことから、常に失敗なくきれいな溶接ができるようになってきた。

そして、このような直接観察によってシールドガスとレーザーのインタラクション、熔融池の湯流れ、レーザー溶接のハンピングの抑制などの現象をきちんと説明できるようになった。

3. レーザ加工のシミュレーション

大阪大学大学院工学研究科准教授

大村悦二氏

レーザーに加工は熱加工であり、熱伝導、熱応力、熱流体などの解析・シミュレーションによって加工の原理、原則を理解し、加工現象を支配する主要因や制御因子を究明することが可能である。信頼性の高い加工技術の無駄のない研究開発が求められるが、ここでは、金属のレーザー穴あけ、シリコンウエハの内部加工、ガラスのレーザースクライブに関する解析研究を、当時大阪大学大学院生であった大野口暁博士(現(株)コベル科研)と共同で行った内容の一例を紹介された。

① 金属レーザー穴あけ解析

レーザーの穴あけでは熔融部にキーホールが形成され、アスペクト比の大きい穴をあけるができるが、反面、ポロシティの生成要因にもなる。このキーホール挙動をその場観察するのは難しいが、熱流体解析を用いてレーザー穴明けにおける多重反射と熱流体の連成解析手法により金属のレーザー穴あけの現象を解析した例が説明された。

多重反射の計算法や熱流体解析の仕方について説明、その解析は材料を純鉄として、照射するレーザーは



Nd:YAG の波長 $1\mu\text{m}$ とした。これはプラズマの影響を無視できる波長だからである。

そして、全レーザパワーの 97% が含まれる $26.5\mu\text{m}\times 26.5\mu\text{m}$ の領域のビームを 210×210 の光線の束に分割し、それぞれの光線にガウス分布の強度を考慮したパワーを与え、孔形状の変化や、光線の一部が穴壁面でどのように変化するか、反射する様子などを解析した結果を説明された。

始め真上からの照射で、開始 $1\mu\text{s}$ で表面がくぼみ始め、時刻 $5\mu\text{s}$ でくぼみができて、レーザ反射は 1 回、 $10\mu\text{s}$ では 2 度の反射が、 $15\mu\text{s}$ では穴壁面の勾配が大きくなり 3 回以上多重反射により 2.4W と 2 倍以上のパワーが穴の底部にあたり、キーホールは細くて深い穴になる。

穴の深さとレーザ照射時間は比例関係にあり、穴深さと吸収率はキーホールが深くなると多重反射が顕著になり吸収率が増加するが、穴底部のパワーが減少し穴の進行が止まる。

材料の差をみるためにアルミニウムに変えて解析したところ、鉄と同様の傾向を示すが、アルミニウムは鉄に比べて熱拡散率が大きく、融点が低いため、穴形状は細くなり、溶融層が広がっていることが紹介された。

② シリコンウェハの内部加工解析

シリコンウェハのブレードダイシングは加工中の機械振動や応力でクラックやチッピングが生じ、さらに薄いメモリーデバイスなどには適さない。また、研削液による MEMS などの壊れやすい構造のデバイスウェハもダイシングは難しい。一方レーザアブレーション法は熱やデブリ汚染がデバイスの特性や信頼性を損なう心配がある。この解決法としてレーザダイシング法として浜松フォトニクスによって「ステルスダイシング (SD)」が開発され、製造プロセスに採用されている。

SD 法はシリコンウェハの内部に集光した透過性のナノ秒パルスレーザーを水平方向にスキャンすると、ウェハ内に帯状の高転位密度層が形成され、高転位密度領域から単結晶領域に亀裂が進展し、この帯状改質層に垂直の引張り応力をかけると、改質層から上下に伸びた亀裂が表面層まで進展し、容易に分断でき、材料ロスが生じない。こうした優れた加工法であるが、さらに信頼性の高いダイシング技術にするため、熱応力解析による内部改質層の形成機構を解析した例を紹介された。

解析方法として波長 $1,064\text{nm}$ のレーザを想定し吸収係数と温度依存性を調べ、具体的な解析は単結晶シリコンの厚みを $100\mu\text{m}$ とし、焦点位置深さを $60\mu\text{m}$ に設定した。吸収係数の温度依存性を無視した解析においては、温度上昇の最大値は 360K で溶融・凝固に伴う多結晶化は全く起こらず高転位密度層も生成しない。吸収係数の温度依存性を考慮に入れ解析すると、深さ $59\mu\text{m}$ 付近で急激な熱吸収が始まり、瞬間的に $20,000\text{K}$ 程度まで温度上昇する。 $10,000\text{K}$ を超える領域では一気に気化し、ボイドが形成されると推定される。高温領域では先端部は輪郭がはっきりして、温度勾配も急峻である。

高温領域では熱衝撃波は平均速度 250m/s で伝播する。その様子はびっくりマークの感嘆符 (!) に似た形状で熱拡散速度に較べ圧倒的に熱衝撃波の伝播が早い。

上記解析法によって、厚み $50\mu\text{m}$ という極薄ウェハの SD 加工で、焦点深さの違いに注目し予測したところ、焦点深さ $30\mu\text{m}$ の時も $60\mu\text{m}$ とよく似た解析結果がえられ同様の内部改質層が生成すると予想された。

こうした解析方法を用いれば加工プロセスの理解や加工結果をある程度予測することができ、レーザ照射の最適化が図れる。

③ ガラスのレーザスクライブ機構解析

液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイガラスなどのフラットパネル (FPD) が急速に普及し、そのガラス分断工程をウォータージェット方式に対して、レーザスクライブでは表面にクラックが入り難く、きれいな仕上がりになる。この加工現象とその支配因子を系統的に明らかにするため二次元熱応力有限要素法解析を行った。

厚み 0.7mm のソーダガラスのスクライブの温度分布と応力分布の解析例ではスクライブ可能な照射条件では表面が冷却され、内部が高温になる。内部の高温域が圧縮応力場となり冷却された表面に引張り応力が生じ亀裂が進行する。スクライブの可能条件は、ガラス表面到達温度の上限値以下、冷却点表面の最大引張り応力の下限値以上の範囲にあることが容易に推測できる。

実験の結果、レーザスクライブ可能な照射条件は、厚みにかかわらずガラス表面の最高到達温度の上限値は 500°C で、冷却点表面の最大引張り応力の下限値は 65MPa であることが解った。

レーザスクライブの亀裂深さは、冷却点の引張り応力と内部の圧縮応力の大きさ、および圧縮応力場の深さに依存し、これらの重畳効果により決まると考えられる。

今回は熱流体解析の例を紹介したが、コンピュータの優れた能力と、人の持つ知恵や経験そして直感や勘などの融合によって無駄の少ない加工技術の研究開発が、生産加工の発展にとって重要だと考えている。

4. 自動車産業におけるレーザ加工技術の動向

日産自動車(株)車両生産技術本部車両技術開発試作部

森 清和氏

最近の自動車の接合事例として、初めにヨーロッパの自動車メーカーBMW、Benz、VWなどの例が紹介された。各自動車メーカーではボディにどんな接合法を使っているか、従来機種と新機種との比較をカタログに表示している。各社とも接合技術の選択には個性があり、VWのGolfVは床にレーザ溶接を多く使用、他のメーカーでは接着剤を多用するなど使用する素材との関連で選択されている。日産のFUGAは素材にアルミニウムを多く使っている。屋根のルーフステッチやシルの部分などにレーザ溶接が使われている。



自動車の車体にレーザが使われ始めたのは'80～'90年で切断用に使われ、その後テラードブランクや一方方向溶接などに使われてきた。世の中ではレーザブレイジングも使われているが、リモート溶接の技術的な進歩によって、効率が上がり利益がでるようになってきている。

燃費向上のために車体軽量化や車両の造形多様化に対応するための方策として、レーザテイラーブランド(TWB)ではドアインナー、センターピラー、ボディサイトなどの例を紹介し、スポット溶接の欠点を解消できたルーフ接合の例として、スポット溶接の場合、電極の幅のため接合部を幅広くしていたが、レーザ溶接では幅を狭くでき、部品材料の節約ができた。ほかにスポット溶接からレーザ溶接に変えることでVWによれば、ねじり剛性を2～20%高めるなどの改善ができたとの報告がされている。

FUGAの屋根のルーフステッチ及びシルの自動溶接状況、圧力ピンを用いての溶接そして亜鉛めっき鋼板では、亜鉛蒸気を逃がす排気のエンボス加工などの工夫がされている例を動画で紹介された。またリモートレーザが普及し焦点距離が100mm以上とれることから、ロボットによって離れたところから溶接が可能になった。また、トランクリッド加工では32箇所溶接を20秒でできるようになり、サイクルタイムもスポット溶接では102secであったものがリモート溶接では22.4secとなるなど1/5ほどに短縮された。ルーフ部にしてもスポット溶接からレーザ溶接に、そしてレーザブレイジングへと接合技術が進歩してきている。

しかし、スポット溶接に比べてレーザ溶接のコストは以前に比べはるかに安くなったとは言え、まだ高いので設備コストを下げしてほしいというのがレーザ溶接機使用者側の要望である。

5. 重工業におけるレーザ加工技術の動向

三菱重工業(株)長崎研究所次長

石出 孝氏

① 造船分野

造船に対する溶接は国内ではあまり実績がないが、ヨーロッパでは既に10年の実績がある。ヨーロッパのMeyer造船所の例などについて紹介された。Meyer社では、年間に大型客船を中心に、建屋内で毎月3隻を生産している。これらに使用するサンドイッチパネルは出力12KWの炭酸ガスレーザー(トルンプ製)を4台使用して、厚み4mmの板継ぎ溶接をしている。厚み5mmの隅肉溶接では自動搬送装置によって搬送された材料のマーキング部位を自動感知し、T字型にセットして、フィッティングマシンによって、強力な圧縮変形をさせてエアギャップを1mm以内にしておき、レーザ溶接をしている状況が動画で紹介された。300kWのレーザでは厚み5～10mmを溶接しているが、現状では割れによる溶接欠陥は2%ほど発生しているとのことである。



こうした大型構造物の材料セッティングから開先加工のミーリング、位置のセンシングそしてレーザ溶接など一連の作業を動画にて紹介、また、溶落ちる限界と思われる16mmの厚みを6kWの炭酸ガスファイバーレーザーにて加工している例などが紹介された。

一方、ドック内で使いやすい可搬式のハイブリッド溶接機が開発されている。出力は5kWで、先端ノズルの交換で切断としても使えるものやハンディタイプ(片手で持てる)の5kWの溶接機なども開発されている。

② 航空機・宇宙分野

重工業関係でもヨーロッパが進んでいる。リモート溶接、切断に関しては非金属材料などにも利用が広がり、皮のハンドバック材の切断などにも使われている。

KUKA社での溶接例や、ILTの例としてはガスの流し方、流量を調整することで条件選定の切り替えで、一つのレーザヘッドで切断と溶接ができるユニークな例が紹介された。

また、こうした産業用以外に、地雷を撤去するための爆破用レーザー装置やABL 連携防衛構想ではレーザーによるミサイルなどの撃ち落としの研究がなされている。

③ 三菱重工では13mm の厚みをハイブリッドで溶接する予定で、インプロセスとして 40kW ファイバーレーザーシステムを考えている。これは一から全て自分たちで、レンズの設計から作り上げてきたものである。また溶接個所の残留応力を除く方法として、引張り応力を与えるなど、温度解析から残留応力を除く方法などを検討してきている。リモート溶接で多数本の光ファイバーによるシール溶接やパイプの内側からの全姿勢溶接などの例が動画で紹介された。

レーザー溶接が今や造船から太陽電池まで幅広く実用化されている技術の実情を紹介された。



II. 総合討論

座長 (財)日本溶接技術センター会長
コメンテータの報告

入江宏定氏

1. キーホールを安定に制御する

物質材料研究機構(NIMS)新構造材料センター溶接グループ主席研究員

塚本 進氏

細長いキーホールは元来不安定なものであり、 $L > 2\pi r$ になると起こりやすく、キーホール内部の途中が乱れブローホールが発生する。このキーホールの不安定現象がポロシティを発生させる原因であるが、ポロシティはレーザー出力をパルス状に発生させると、ある周波数で減少する。

例えば、炭素鋼で溶け込み深さ 20mm の時、熔融池表面で起こる波の固有振動周波数で変調することによってポロシティを効果的に抑制できる波長の領域がある。

また、波形制御出力変調によってポロシティを防止する例、最適周波数を選定することによって、出力変調と発光の変動が同期、最も安定なキーホールの形成が可能であるなどが紹介された。

しかし、こうしたことをファイバーレーザーやハイブリッド溶接に適用した実験の結果から、出力変調は必ずしも万能ではないことが紹介された。

CO₂ レーザ溶接の場合は波長が長いので、ブルームにレーザーが吸収され易く、ブルームの変動によってキーホールが不安定になる。それに比べて高輝度固体レーザーは波長が短いためにキーホールが安定している。したがってパワー密度の高いレーザーが直接材料に照射する。しかし、そのためスパッタが出やすい条件となることが説明された。

このほかにICALEO2008 でのBIASの 20kWファイバーレーザーの例などが紹介された。海外では溶接シミュレーションはあまりやられていないのかもしれないが、来月、京都にてアメリカ、韓国におけるハイブリッドに関するシミュレーションの話が聞けると思うので期待している。



2. 重工業分野におけるレーザー溶接の展開と課題

(株)IHI 技術開発本部生産技術センター生産技術開発部主任研究員

山岡弘人氏

レーザー溶接は 1990 年代から加工用レーザーとして当初はCO₂ レーザ溶接を利用して、アルミニウム合金製加速器の電極やチタン合金製のジェットエンジンファンケースの溶接などに適用してきた。その後は YAG レーザを使用し、原子炉細管内面やシール面の肉盛り溶接、水中溶接、テーラードブランク溶接など 6mm 以下の薄板に適用してきた。そして現在はファイバーレーザーに注力している。それは高効率で高い信頼性があり、可搬性に優れ、軸ずれの心配がなく、ユニット交換が簡単であるなどのメリットと高品質で、長焦点化ができることや、薄板の高精度で精密な歪の無い加工ができる長所があるためである。

そしてファイバーレーザーは出力応答性に優れていて、板圧の変化の激しい継ぎ手、例えば国際核融合実験

炉 (ITER) のラジアルプレートなど板厚が 6mm から 30mm と連続的に変化するステンレス製構造体などの全断面を高精度で変形なく溶接するケースに適用することを検討している。

大型構造物の製作では部材精度を上げることで、後工程の歪取りや組み付けなどの工数削減も含めコストダウンが可能になる。これをレーザー溶接により実現するために、高品質のレーザー光と重畳させることで、施工の余裕度と高精度を両立させるレーザー・アークハイブリッド溶接法が考えられていて、レーザー切断面や部分的なアンダーヒルがあっても溶接が可能になっている。

また、IHI では大型パネル部材の突き合わせと隅肉継手を行う、レーザー・アークハイブリッド溶接で溶接長さ 8m の大型付合わせの自装式溶接装置を開発した。

これからはもう少し安い発振器が販売されることが望まれる。周辺技術の向上や高出力に対応する各種機器メーカーの対応も進んできているが、更にシステムメーカーの充実も必要である。

今後の課題として、ハイブリッド溶接では全面内部溶融のため、構造部材に適用するには継手の安全性、破壊靱性、T 型継ぎ手の隅肉の強度など含め全面検査の必要性など検討する必要がある。経産省 NEDO プロジェクトでは「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」において検証をする予定になっている。



4. 自動車部品におけるレーザー溶接技術の適用 (株)デンソー生産技術開発部接合研究 G 担当部員

白井秀彰氏

自動車部品にレーザー溶接技術を適用する背景には、地球環境への配慮、排ガスのクリーン化、燃費向上及び安全性をより一層向上させることが要求されていることがある。部品の小型軽量・信頼性向上・コストダウンだけでなく、新たな機能を発現した差別化も重要になっている。自動車部品は小型、高性能化に伴い溶接も大型構造物のアーク、抵抗溶接から大型アクチュエータの CO2 レーザ、そして小型センサーやアクチュエータの YAG レーザ溶接にと、対象製品と溶接法が変化しその主役がレーザー溶接になっている。



これまでは溶接前後では変形が当たり前といわれてきたが、いまや、溶接歪も大幅に減少してきた。またその溶接による熱変形を逆に利用した、精密部品の溶接事例として、インジェクタの溶接例について紹介された。インジェクタは燃焼効率を上げるため燃料を微粒化、精度よく噴霧し確実なシーリングによってゼロエミッションとする必要があり、構成部品は高い精度が要求される。また溶接によるスパッターの発生や燃料漏れによる火災事故の危険性などがあり、これまでは加締めなどの機械的な締結技術が使用されてきた。

インジェクタボディ部品は 3 部品からできていて、中央の部品は非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼、他は磁性材料のフェライト系ステンレス鋼で構成されている。

このパイプ状ボディ部品の溶接を、レーザー光を発振器内部で 50%、50% にエネルギーを分割できる分割ミラーを着装し、光ファイバーによって転送し 2 方向からレーザー照射し、溶接による歪を相殺する同時 2 分光溶接方式を考え、実用化実験をし、溶接後の仕上げ加工が不要になった内容の紹介がされた。

円筒形部品の同軸品の変形を数 μm 以下に抑えるため、溶融・凝固プロセスの現象解析及び理論解析によって、低入熱で変形量を低減することと、逆に熱歪を積極的に利用し変形の抑制が可能である事を実証できた事例が紹介された。

従来は集光性が劣り入熱効率が悪く高速化に限界があったが、集光性の向上と高速化により真円度の変形量を低減することが可能になった。近年の高速効率溶接により入熱量が 300J から 70J へと約 1/4 に低減、速度は従来比 10 倍となり、結果として真円度の誤差が 1/3 に低減した。

分光入熱による変形量の低減は、溶接前後の真円度を測定して、有限要素法解析ソフトを用い解析し、得られた温度分布を基に弾塑性熱応力の解析によって溶接変形の挙動を把握した。

溶接中の変形は溶接角度 90° で加熱膨張により楕円化し、 180° で溶接の進行による膨張と、溶接前半の凝固による収縮で楕円化が緩和され、 270° で再び膨張と収縮が重畳し楕円化が増大する。レーザー溶接における挙動をシミュレーションして、溶接後の溶接範囲と変形を予測し、溶接前と終了後での変形がなくなるようにした。

変形挙動の特徴である溶接角度を 180° 繰り返し規則性に着目し増加→減少→増加→減少というアルゴリズムに対して、位相を 90 度シフトして第 2 の歪を与えることで真円度の誤差が 1/3 に低下できたことが紹介された。

今後さらにレーザー溶接の品質向上、生産性向上、コストダウンなどが求められるが、一企業、一研究機関だけでなく、大学、研究所などとの総合的な基礎的、理論的な研究を含め装置メーカー、加工メーカーなどが共同で開発を進めることが望まれる。

5. コメンテータとして トルンプ (株) 顧問

門屋輝慶氏

電池関連のレーザー応用や高出力用レーザーのビジネスチャンスについて紹介された。

いま身近なものとしては、発電用の太陽電池、蓄電用のリチウムイオンの封止用電池などの加工にレーザー溶

接が利用されている。例えば、携帯電話に使用されるリチウムイオン電池は小型軽量になっているが、その接合には熱的ダメージが少ないことからレーザー溶接が使われている。固体レーザーはエネルギー密度が高く小型化され、自動車用リチウム電池、ニッケル水素電池などの溶接に使われている。アルミニウムの蓋などの溶接は溶込み深さが問題で、レーザー発振機の種類の選択が重要になる。

また、シリコン太陽電池の部材は表面の一部をレーザスクライビングによってエッジ部の溝加工などを高速で加工することができる。次世代の太陽電池では、表面はすべて太陽吸収面積として使用するため、バックサイトコンタクト用の $100\mu\text{m}$ 径 $\times 300\mu\text{m}$ 深さの微細孔を 100mm 角の中に $4,000$ 個開けることが可能になったことなど、レーザーの孔明け精度の進歩などが紹介された。そして基盤上に薄膜とエッチングを繰り返す工程のストラクチャリング工程では、薄膜部をレーザエッチングする例やエッジ部の薄膜除去においては、基盤がガラスであり、このガラスの基盤側からレーザを透過照射して裏側の CIS (Absorber)、ZnO (Back contact) の除去をしている例が紹介された。

高出力個体レーザー発振機分野は海外メーカーが主流である。それは高出力用レーザーメーカーのビジネスチャンスとしての世界市場規模が小さく限定されているからである。4kW 以上のレーザー溶接機は100台/年ほどで、仮に2倍と計算してみても世界中で百億円/年の市場規模と推定される程度である。かつては日本も多くの企業が参入したが、撤退している。海外は中小企業でニッチな市場に専業でやっていて、ドイツ政府はレーザーを工作機械のツールのひとつとして数十億円規模のナショナルプロジェクトとして推進、こうした中小企業の技術開発の支援をしている。

今後レーザー技術の発展にはレーザー発振器の評価や光学系/システムに精通したエンジニアの育成・確保が重要になる。同時にレーザー技術を有する外部の力を借りることも重要で、単なるジョブ経験の集団、知識集団ではなく、実施工面からユーザーサポートできる実力のある生産技術コンサルタントグループが生まれることも期待したい。



3. レーザ加工の実用化事例紹介—板金切断、プリント板穴明け 三菱電機(株)名古屋製作所レーザーシステム部次長

竹野祥瑞氏

板金加工はタレットパンチプレスとの棲み分けが図られてきたが、近年はレーザー加工機の大量生産性、ランニングコスト、厚板加工の能力が向上、技術開発が一段と進歩し、日本、米国、欧州主要国でレーザー加工機の導入台数が大幅に増加している。それは誰でもが簡単に使えて、レーザー発振器の機能、性能が向上し、ノズルも信頼性が高まり、ソリューションソフトも完備され、高速加工性能を長時間維持できる機種が開発されてきたことによる。コストの低減に関してガス消費量低減や孔小径化、溶融飛散低減、加工面粗さの改善(ブリリアンカット)など、後加工レス化などの加工技術も開発されている。例えば SUS304、14mm の厚板を 6kW の発振器で切断した場合の表面粗さは従来品が上面 $19\text{Rz}(\mu\text{m})$ ~ 下面 $31\text{Rz}(\mu\text{m})$ のところ上面 $11\text{Rz}(\mu\text{m})$ ~ 下面 $15\text{Rz}(\mu\text{m})$ と表面粗さが半分以下に改善される例などが紹介された。



IT 製品としてはプリント基板の穴明け用に使用されている。現在、携帯電話を始め、各種電子機器に搭載されている多層基板、ビルドアップ基板の $\phi 100\mu\text{m}$ 程度の層間を接続する小径の止まり穴の形成にも使用されている。

基板製造コスト低減のため、穴開け速度の向上が求められ、高精度ガルバノスキャナ、広画角 F θ レンズ、マルチビーム化などの技術開発によって高速の穴開け加工が可能になった。

従来の長パルス低ピークの場合は穴の精度がばらつき均一にできなかったが、短パルス高ピークの条件で銅箔貫通加工の安定化が図れた。

例えばこれまではガラスエポキシ材に孔明けし銅箔で止める寸止めであったが、最近では表面層の銅箔に穴開けして、ガラスエポキシを透過し中間の銅板で寸止めする技術ができるようになった。孔数も 96 年では 200 穴/秒(1ビーム)が 08 年には 4,000/秒(4ビーム)と著しく高速になり穴の精度も向上、品質も安定して、銅箔に対しての安定加工が達成されたことが紹介された。



質疑応答・纏め

以上のコメントータの説明後、それぞれ活発な質疑応答が行われた。

座長の(財)日本溶接技術センター会長入江宏定氏によって、今回の内容はレーザー技術の広範囲な内容であり、一言では纏められないが、各コメントータの貴重な技術情報を皆様のお役に立てて戴きたいとの言葉で締めくり、盛会裡に終了した。

閉会挨拶 東京大学名誉教授

野本敏治氏

Ⅲ. 懇親会 「重陽の間」

司会 (財)溶接接合工学振興会 専務理事

吉武進也氏

開会の挨拶 大阪大学大学院工学研究科 教授

南二三吉氏

乾杯の音頭 産報出版株式会社 社長

馬場 信氏

中締の挨拶 東京大学大学院工学系研究科 教授

青山和浩氏



吉武進也氏



南二三吉氏



馬場信氏



青山和浩氏

(財)溶接接合工学振興会・特別講演会

主催 (財)溶接接合工学振興会

共催 (財)国民工業振興会

日時 平成20年11月21日(金)

場所 ニューオータニイン東京 おおとりの間

1.開会の挨拶

(財)溶接接合工学振興会理事長

東京大学名誉教授

野本 敏治氏



2.講演 1「日本技術士会の挑戦～技術者の社会的地位向上～」

日本工営株式会社 代表取締役会長

(社)日本技術士会 会長

高橋 修氏

技術者の社会的地位向上を目指して、日本技術士会が現在取り組んでいる活動の詳細について各種の

資料を用いて解説された。

日本技術士会の現状について、正会員数は2008.3月末現在12,300名で、技術士有資格者の約20%であり、現在国内外で活躍している技術士数は約5万人程度と推定される。2000年の「技術士法」改正により、日本技術士会の英文名称への「プロフェッショナル・エンジニア」の記載、日本の技術者が職域を問わず取得すべき技術者資格への変更、公益確保、資質向上の責務の明文化、海外の技術者資格との国際同等性の確保の規定等が行われた。この法改正以降、技術者のトップレベルの資格として、行政機関、大学・研究機関、公益法人、独立行政法人、一般企業の技術者に広がっているが未だ十分とは言えない現状にある。



技術士試験については、二次試験は15～20%程度の合格率であるが、技術士の予備軍である1次試験の合格率は2007年には53%に達している。1999年に日本技術者教育認定機構JABEEが創設され、2005年にワシントン協定に正式加盟、2007年度末で、JABEE認定機関数151、認定プログラム数368、認定開始後の修了者数は約7万人に達している。4年間の実務経験を経て技術士二次試験を2007年から受験しており、2008年は80名が受験している。JABEEが求めている技術者教育が社会的認知を得る為には、高等教育機関での技術者教育が初期専門能力開発(IPD)に結びつき、プロフェッションを育てるものとなる必要があるとされる。JABEEが育てようとしているのは、エンジニアである。エンジニアとは、「技術に関する高度な知識と十分な実務経験を有志、技術的課題に的確な判断をくだせるもの」とされ、更に広い一般教養と品格があることが重要である。但し、実務には、エンジニアとテクニシアンとの連携が重要であることは論を待たない。

国土交通省では、設計業務等技術者のランクを7等級に区分し、定型業務(労務提供型業務)と非提携業務(技術付加価値型業務)に区別している。同じく国土交通省では、測量技術者を5ランクに区分している。

技術者のキャリアビジョンとしては、一次試験の合格又は同等の資格を得た後、技術士第2次試験に合格し、技術士に登録、技術士の名称を用いて技術的業務を実施し、継続研鑽として、特に技術者倫理と環境配慮を重点的に研鑽する必要がある。更に、所定の条件を満たせば、APEC、EMF資格取得し、「総合技術監理部門」に合格し、企業、行政、教育・研究機関のトップを目指すことを視野に努力を積み重ねることが望まれる。

日本技術士会では、2007.1.1に技術士プロフェッション宣言を行い、技術士の目指す方向を明確にした。技術士会は外部に対してオピニオンリーダーとしての活躍が期待されている。

各界からの技術士に対する期待も大きく、製品評価技術基盤整備機構の御園生誠理事長からは、「今こそ経験豊かな技術者の出番」として、そのリーダーシップを期待され、東京大学大学院工学研究科原子力専攻の斑目春樹教授からは、1)中立組織として社会に広く認知されること、2)技術士の各種上位資格を設けること(技術士+αの集団)、3)関連学協会と連携して制度改革の実行すること等が期待されている。

3.講演2「地球温暖化と資源枯渇に対応する環境社会に向けて」

東京大学大学院工学系研究科

マテリアル工学専攻 環境マネジメント工学講座 教授 足立芳寛氏

足立教授は、経産省で28年間勤務された後、大学で環境問題について取り組まれている。世界の潮流でもある持続的社會を構築するために、技術を中心として先進国として環境に対して積極的な貢献をする必要がある。地球温暖化と資源枯渇に対応する環境社会に関して、1)環境分野の世界の流れについて、2)この問題に対して、工学としてどう切り込むか、等について、これらの動向を解説された。



環境分野の動きについては、京都議定書フレームワークができた後は、環境問題が道徳心から、環境合理性、市場原理に合致したビジネスルールとなった。日本はこのルールを率先して守ることを宣言しており、今年から2008～12年の第1拘束期間の第1段階に入ったが、1990年比で温室効果ガス排出量を6%低減する事を国際公約としている。これからは京都議定書フレームワークが世界のルールに

ならないと世界の地球温暖化・気候変動の解決は難しい。これは世界の歪みがリリースされたもので、その解決には次の世界のモデルを提示する国と企業が待ち望まれている。次の世界のモデルの中核は、資源の制約、地球温暖化、環境変動であり、これは世界の人口が増加しており、しかもその大多数の人が発展途上国の生活レベルでは満足しない状況になっていることで、例えば情報伝達に関しては、約40億台の携帯電話が普及していると言われている。消費原単位があがり、工数が増加したので、環境問題がこれからのパラダイムの潮流となると言える。

世界経済は収縮し、総需要の抑制、悪循環が進むが、これを解決し自立的発展をするのが技術力である。日本は何を目指すかについては、次のモデルをどういう視点で提示していくかがポイントである。環境白書の2004年のデータからは、日本のマテリアルフローは、19~20億トンの総材料の投入で、550兆円のGDPを得ているが、GDPを現状維持、更に増加する場合でも、材料投入量を減少する為のモデル、即ち生産性の向上、リサイクル量増加が求められている。更に、リサイクル資源を活用すること、例えば、溶接を例にとればリサイクルし易いような組立をすることが重要である。また、埋立による最終処分量を最小化することも重要である。ゼロエミッションは工学的にはあり得ないとしても、最小化する努力が必要である。

1995年の循環型社会形成基本法では、日本の政策目標として、1)資源生産性(GDP/天然資源投入量)を2倍とすること、2)循環利用率(循環利用量/(循環利用量+天然資源等投入量))の増加(8→14%)させること、3)最終処分量を現状の約1億トンから約1/4に減少させることを設定しており、世界で唯一定量的な計画を立て、目標に向かって着実に進められている。

21世紀型資源生産性の最適化については、日本が世界に誇れるのが天然資源から精練・加工・組立て製品に至るサプライチェーンマネジメントであるが、この部分は世界から手本にされて追いつけられている。次のパラダイムとしては、リサイクルする段階をサプライ段階に繋いだビジネスモデルが必要である。製造時にリサイクル時に分解し易い作り方を考えることであり、これはヨーロッパでは数年前からクリーンプロダクションと言われているプロセスである。更に、製造者がリサイクル側にも進出、即ち、分業でなく一貫して製造を考える方法がある。更に、20世紀後半に、拡大生産者責任が創出され、製品を作る側がその製品の内容を最も良く知っているのも、それぞれの製品のリサイクル方法を考慮してつくられている。各種の廃棄物法はこの考えで立案されており、例えば、廃自動車法では、リサイクルしやすい設計とする配慮が必要とされている。すなわち、サプライチェーンとリサイクルチェーンの最適化を図るマテリアル循環チェーンマネジメントが重要である。

循環型社会のデザインについては、各種のツールによる環境の見える化が重要である。また、質素倏約を旨とする江戸時代型の循環社会の精神は受け継ぐ必要があるが、現代には新しいモデルの構築が必要で、都市鉱山、廃棄物処理等の健全な材料リサイクルが容認されている。世界の埋蔵量に対する日本の都市鉱山の比率を見ると、希少金属では、日本で大部分が既に使用されたものもあり、例えば、インジウムは、世界の60%が既に消費され、日本の都市鉱山となっている。また、廃基盤からの金は、菱刈鉱山の100倍程度の富の都市鉱山であると言われている。資源生産性の最適化は、社会制度、製品設計、再利用制度の各面からの検討が重要であり、特に製品設計に際しては、分解を考えた設計、即ち、易解体設計(Dfd)の考え方等が重要である。



第 19 回情報技術・マルチメディア研究会

日時 平成 21 年 3 月 6 日(金)14:00~16:00

場所 ニューオータニイン東京

主催 (財)国民工業振興会

講演「インターネットの最新情報とネット通販の現状、ホームページ戦略と動画の現状、ブログの活用」
(財)国民工業振興会 常務理事 鈴木大吉 氏

1995 年はインターネット元年と言われており、マイクロソフト社後のグーグル、ヤフー、アマゾンCOMの誕生に続き、次世代ウェブと称された Web2.0 から、最近では SaaS (Software as a Service) と言われるインターネットからサービスを受けるクラウドコンピューティング(ユティリティコンピューティング)の時代に移りつつある。昨年末、NHK で放映されたクローズアップ現代の「新情報革命 クラウドの衝撃」を一部上映されて、米国のセールスフォース社の巨大コンピュータの活用により、資金力のない中小企業でも高度な情報処理技術を利用する可能性が紹介された。



現代は、消費者がマスメディア並みに情報を発信出来る時代で、消費者生成メディア(CGM)と言われるブログ、SNS、動画の YouTube、メルマガ等がある。企業の広告も伝統的なメディアから、これらのオンライン・コミュニティに変わりつつある。Google Maps の公開されたマップ上に企業の情報を表示させた例、アマゾンの公開された電子商取引エンジンを活用した例等が説明された。ネット通販も高成長を保ち、シニア層による炬燵にあたったままできる「巣ごもり消費」により急拡大しており、特に、インターネットの活用により個人企業・中小企業にとって、最終ユーザーに直接的に働きかけができる「うまみ」がある。

インターネットは、個人企業・中小企業の自立を促す道具であり、インターネットによって新しい会社に生まれ変わることが可能である。部品加工・工作機械販売の中小企業がインターネットを活用した営業活動で変身した例、プラスチック用の金型製作の町工場がインターネットで販路を全国に広げた例、製パン・製菓業で売上げを伸ばした会社、チタン加工技術を生かした加工業者、耐熱ベルト製造の会社、140 軒の農家のイントラネットで、つまもの商品 300 種類で年商拡大した例、わさび発祥の地でわさび田を守り続けた日本最古のわさび農家がインターネット販売で 400 年の価値ある伝統を生かした例、最高級天然酵母パン専門店など、インターネットの活用により始めて可能になった様々な中小・零細企業例を挙げて、いまやインターネットは「万能選手とはいかぬが、侮れない道具」になっていると紹介された。

このような中小・零細企業の情報発信には、ホームページの活用が欠かせない。そのためには検索エンジンでのトップランクの獲得が必須であり、ホームページ製作にあたっては、1)キーワードの適切な選択により分かりやすくすること、2)新しい情報を入れて、いつも新鮮であること、その為には毎日こつこつと日付、情報を更新すること、3)多数のリンクにより、沢山の人たちに支持されていることが重要である。インターネットの掲載順は、検索エンジンによるロボット検索で決定されており、検索ロボットで上位にランクされることがポイントである。そのためにはキーワードの頻繁な使用(出現頻度 8~12%)が重要で、更に、トップランクのホームページの分析による改善が欠かせない。また、ホームページの作成は各自が行い、You Tube の利用による動画の活用などで閲覧者に印象づける内容も重要である。

講演の最後に、容易に利用可能な格安(500 円/月程度)のサーバーとして、yahoo の「ジオプラス」、さくらの「さくらのレンタルサーバー」、「エックスサーバー」、「ロリポップ」、「バリュードメインドットコム」等が紹介された。



(財)国民工業振興会 特別講演

日時: 平成 21 年 3 月 26 日(木) 14:00~16:00

場所: ニューオータニイン東京

特別講演「5流の政治が、日本経済をぶっ壊す」

BSジャパン顧問・経済アナリスト 池内正人氏



現在、日本は自動車産業をはじめ、輸出依存の企業を中心として製造業の操業短縮など、深刻な不況に見舞われている。米国のサブプライム事件に端を発した大恐慌以来の深刻な金融危機と世界同時不況は、震源地である米国以上に、日本の景気に深刻な影響を及ぼしている。この原因は政治の貧困から来る景気対策の遅れに依るものである。今になって経済対策を進めているが、効果が出るのは7月頃になる。

先生は、現在必要とされるのは、減税でも道路建設でもなく、将来に実りの残る投資に集中すべきであると主張されており、その投資先として、全国の約1300の病院及び幼稚園から大学まで全国で約43,000の学校の耐震補強を兼ねた大規模な修復と建て直し投資、更にはその屋根に太陽光発電パネルの設置による自家発電電力の販売案、これにより再び太陽光発電での世界一

の地位を取り戻すことが必要と提言されている。

この不況から立ち直るには、アメリカ経済の回復、米国の住宅価格の上昇以外にはない。アメリカ経済は、住宅の新築着工・販売件数、S&P ケース・シラー住宅価格指数(10大都市)からみても、今年の1~2月で底に着いた感があり、今後の推移を見守る必要がある。

一方、日本経済は、サブプライム事件の影響が軽微だったにも関わらず、経済成長率は最大のマイナスであり、昨年10~12月期の年率換算の実質成長率は、米国・欧州がマイナス6%台であるのに対して、日本はマイナス12%である。その真犯人は、政治であり景気刺激策が殆ど実行されていない事にある。米国では、オバマ政権が、総額約74兆円(1年では37兆円)の財政支出増を打ち出しており、オバマ大統領は今年の1月20日に就任し2月に37兆円の財政支出を決めているのに対して、日本のそれは08年度予算の1次補正、2次補正併せて5兆円程度であり、そのうち、2兆円強は評判のあまり良くない定額給付金が占める状況である。

先生は、ご自身のブログ「経済なんでも研究会」を2006年10月1日から毎日発信しておられて、経済について積極的に発言をしておられる。その中で、最も反響が多かったのは、国会議員数の減少についてであった。議員数が多ければ、派閥も増え、審議にも長時間かかる。ちなみに、米国と日本の議員数比較では、米国は日本と比較して国土面積で5倍、人口で2.3倍であるが、議員数は、米国上・下院議員併せて535人であるのに対して、日本のそれは衆参両議員併せて722人で圧倒的に多い。

景気対策としては、不況対応策と景気刺激策に分けて考える必要があり、給付金、高速道路値下げ、

一時的な減税、業界支援は余り意味がない。公共事業も昭和 38 年当時の新幹線、東名高速道路のような経済の活性化に繋がる有効な施策はなくなった。そこで、前述のように「将来に残るもの」を作る事を考えるべきと提言されている。即ち、病院、学校の耐震構造化とか、災害時には避難所としても活用可能な施設に投資するのがよい。全部で 100 兆円くらいかかるが、まず 20 兆円を集中的に投資する事が重要である。

最後に、今後の見通しについて、余り信用しないでとの前置き後、1~3 月は米国の景気が底をつき、4~6 月に米国に底入れ感が出る可能性があり、日本にもその可能性がある。ここ一週間、日本の株価が強く、外人の株売が止まっている。6 月末にはかなり良くなってくると考えられると予測されている。

講演後、聴講者からの多くの質問があり、活発な質疑応答が行われた。



JIPA

財団法人 国民工業振興会

〒141-0001 東京都品川区北品川 5-3-20

Tel 03-3449-2144 Fax 03-5488-5520

E-mail jipa@mailbox.co.jp

<http://www.jipa-japan.or.jp>