

### 巻頭言

### ラオス・・・ミャンマー・カンボジア・・・

専務理事 吉武進也



この度、所管省からラオス人民民主共和国での技術研修のお話があった。既に、ミャンマー連邦及びカンボジア王国は、技術研修に赴き、特にカンボジア王国では、フンセン首相からその功によって叙勲の栄に浴した。東南アジアのタイ王国及びベトナム社会主義共和国は、大いに繁栄して、残る国はラオス人民民主共和国だけが、私共が、これから技術支援することが出来る国だなどの認識は持っていたので、国もそれを考えているのは、良く理解出来るわけである。何しろ東南アジア最後の桃源郷ラオスと言われているだけに興味をそそる国である。考えてみると、昔は、出かけるのは欧米が主体で、ミャンマー・カンボジア・ラオスなどは大変興味のある国であったが、縁が無かった。ミャンマーは、当時の若き通産官僚（後の局長）の藤田昌宏氏の書かれた「誰も知らなかったビルマ（現ミャンマー）」で感銘を受け、知遇も得て首都ヤンゴンなどを訪れる機会があった。その後、本省の藤田氏、大使館の石崎一等書記官のお世話で2回に渡る公式訪問・技術研修を行うことが出来たが、アウ・サン・ス・チー女史の問題で、日本の援助は人道止むを得ないものを除き止まった。昨年あたりから光明が見えてきたので将来の期待が持てる。カンボジアは、シムリアップのアンコールワット見学でクメール文明の世界的権威の現上智大学学長石澤良昭先生とお会いしたのが縁で、公式4回の訪問で技術研修を行い前述のように評価を受け勲章を頂く榮譽を受けた次第である。しかるに、ラオスには、未だ訪問の縁が無く、大いに楽しみにしているわけである。ラオスは、面積は日本の本州と同じ位で、人口は北海道と同じ約600万人に過ぎなく、東はベトナム、西はタイ、南はカンボジア、北は中国・ミャンマーに囲まれたインドネシア半島の中央内陸部であり、メコン河がすべての国と縁があるのである。首都は、ビエンチャンで、人口約70万人で、メコン河を渡ればタイ領である。北の山間、元の王国の首都があったルアンパバーンは世界遺産に登録され観光地になっている。ラオス・カンボジアは、元フランスの支配下にあったが、フランス語を話す人は少なく、フランス料理・パンが美味しいと、ミャンマーは、元イギリスの支配下にあっただけ英語を話す人は多く、但し、イギリス料理に出くわすことなく、両国の気質が良く分かる。

### 財団法人溶接接合工学振興会

#### 平成21年度総会

日時 平成21年5月27日(水)15:00~19:30

場所 ニューオータニイン東京 おおとりの間

#### 木原賞

氏名	勤務先と職名	業績等の題目
二宮和之氏	(株)IHI 技術開発本部生産技術センター生産システム開発部 課長代理	溶接構造物の生産性向上を実現するITシステムの構築
橋場裕治氏	新日本製鐵株式会社 技術開発本部鉄鋼研究所 接合溶接センター 主任研究員	超大型コンテナ船用 YP460Mpa 級厚手鋼板に対応した大入熱溶接材料の研究開発と実用化

## 金澤賞

氏名	勤務先と職名	業績等の題目
興石房樹氏	株式会社神戸製鋼所 溶接カンパニー 技術開発部長	新しい溶接材料・溶接 プロセスの開発・実用化推進
瀬渡 賢氏	川崎重工業株式会社 技術開発本部 システム技術開発センター 製造技術部接合技術課 上級専門職	各種輸送用機器および原動機における 溶接自動化技術の開発と実用化



### 特別講演

#### 「システム工学の視点から見た溶接」

スタンフォード大学(コンサルティング教授)、放送大学(デザイン工学)  
首都東京大学東京 名誉教授 工学博士

福田収一 氏

システムは、ハードウェア、ソフトウェアとヒューマンウェアから構成される。価値づくりイノベーションでは、最終的な製品（プロダクト）の品質ということで価値が捉えられており、いかに品質を向上させるかが課題になっている。品質の「品」は必ずしも物のことを言うのではなく、「品」は「違い」であり、質の中にどんな違いがあるかを示している。即ち、顧客がどう感じるかが品質である。心理学での「ウェーバー・フェヒナーの法則」によると、刺激をどんどん増加しないと感覚的にその刺激が増大したと感じなくなる。即ち、品質が向上しても、顧客はなかなかその品質の向上を感じることが出来ず、良い物を更に良くすることは大変難しいことである。



技術イノベーションには、持続型イノベーション(現在の技術を更に発展させていく考え)と転換型イノベーション(方向転換(転進)をする考え)がある。新しい技術では、マーケットに如何に対応するかが重要で、ベンチャー企業では、資源が少ないので、今までの既存の技術をいかに組み合わせて新しいマーケットに対応するかを考慮する必要がある。例えば、日本の場合でも、ソニーのウォークマンは既存技術を組み合わせた製品であるが、新しいマーケットをつくることが出来た。

オープンイノベーションは、自社の中でアイデアを出して、更に顧客とか自社以外からのアイデアもくみ上げる方式(ネットワークに対応)で、これとは反対に自社内で困り込み、企業競争力を向上させるクローズドイノベーション(ツリー構造に対応)がある。ネットワークは本来、動的で、ダイナミックに変化するのが本質であり、状況にダイナミックに適応できるオープンイノベーションが 21 世紀のマーケット創造に対応できる。このようにオープンイノベーションで種々の技術を組み合わせて対応することが重要である。特に、溶接は、接合技術として基幹技術になるのではないかと考えている。

時代の変遷を考えて見ると、20 世紀は専門家の時代で、生産者と顧客が分離していた。これに対して 21 世紀は、生産者と顧客が一体化の時代で、全員参加の時代である。20 世紀は製品中心で最高の品質を求めたが、21 世紀は、組合せの世界で、顧客と一緒にになって状況変化に対応することが重要である。いかに顧客を助けるかが問題で、顧客と一緒にになって開発することが重要である。

価値づくりについては、従来の価値工学では、プロダクト価値のみを考慮していたので、生産はコスト増大要因であり、いかに安く、早く作るかが課題であった。前述の法則からも、顧客にパフォーマンス向上を理解させることが急激に困難化している。これに対して、プロセス価値の増大を考えると、それ自体に改善の余地がある。人間は創る人(Homo Faber)で人間の本質的特徴であり、顧客と一緒に楽しむことが重要である。最近、生産者と顧客が一体化しており、これはサービスの提供となる。素人が関与出来る設計があるとそれがマーケット拡大に繋がる。これは顧客も生産に関与させる生産設計であり、顧客が考えていることを実用化すればよいのであって、最高の物を供給する必要はない。人を見て製品を提供することが重要である。

人間とは、遊びが人間の本質であり、創る楽しみ、経験を話す楽しみ、移動する楽しみ、未知への挑戦が人間の本質である。従って、これからはムリ、ムダ、ムラの時代であり、これが重要と考えている。これらは、従来、製品開発では問題視されていたが、ムリは挑戦、ムダはロバストネス(外乱に対する強靱性)、ムラは個性である。機械はムダがなければ組立てられず、顧客レベルの「遊び」、「ムダ」が重要である。遊び、ムダこそ、ロバストネス確保の必要条件となる。

生産者と顧客と一緒に楽しめるものであれば、それはサービスとなる。ソフトウェアはサービスの重要なポイントであり、一度顧客を掴むと、win-winの関係が築ける。価値づくりを考える場合、人間の特徴を考える必要があり、マズローの人間の欲求説では、生理学的欲求が最下位で、安全と安心、仲間づくり、尊敬と順次上位の欲求となり、最高レベルの自己実現がある。技術の世界では、コンサルタントは解決方法を示しても顧客は満足しない。顧客は既に解決策をもっており、自分が考えとコンサルタントの考えが同じかどうかを確認したいのであり、そのような対応をすると好まれると言われている。今までの業界は、ものづくりはしているが、サービス作りはしていない。これからのものづくりは、顧客を参画させることが重要であり、製品開発とマーケティングを交互にサイクリックに繰り返して開発を進めることが必要と考えている。

価値づくりの時間価値を考えると一時価値と生涯価値があり、生涯価値を醸成するにはすり込みが重要である。サービスで経済が動いているのは、限界合理性で経験価値、即ち、プロセスが価値となることであり、プロセスを如何に高く売るかを考えるべきである。期待感を満足させることと、期待感を如何に醸成するかが重要である。溶接でも、プロセス価値を強調出来ると面白いのではないか。

これからのモノづくりとしては、一貫生産から組合せ生産へ、自在に変化する顧客の好み・情勢に合わせて製品を提供できるものづくりが良いと考えている。組合せ生産でそこに素人である顧客を介在させることが出来る様な生産がよいと考えている。又、創造的顧客に対しては、顧客が修理、手入れ出来るようにしてこれを収益化する。新しいマーケットの創造については、購買力を如何に増大させるかが極めて重要で、発展途上国を如何に顧客に成長させることが重要である。開発途上国をマーケット化することは、かつてオランダも米国もこれを進めたが、日本はやっていない。購買力を成長させるためには、低級品からスタートし、次第に高級化し、開発途上国の購買力を醸成することを考えることが重要である。



(財)国民工業振興会講演会  
(第 17 回 環境・完全・品質マネジメント研究会 例会)  
日時 平成 21 年 9 月 2 日(木)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  
共催 東京商工会議所 大田支部 品川支部  
後援 (社)日本技術士会

講演「最近のエネルギー政策について」

経済産業省 資源エネルギー庁 エネルギー政策企画室長 石崎 隆 氏

講演では、「我が国のエネルギーの将来見通しについて—長期エネルギー需要見通し(再計算)—」と題するレジメを使用して詳細に説明された。最近の資源エネルギー見通しは環境政策とも密接に関係しており、平成 21 年 6 月に麻生総理が地球温暖化に関する中期目標(2020 年度における 2005 年比温室効果ガス 15%削減)を発表されたが、これは我が国のエネルギー需給見通しをベースとしている。この 15%削減は、「地球温暖化問題に関する懇談会」の下部組織として設けられた「中期目標検討委員会」で議論されたものである。ちなみに、各国の 2020 年度における削減目標は、2005 年比で、米国 14%減、EU13%削減(海外クレジット分をのぞいた実質削減は 9%)となる。今年の 12 月開催の COP15(コペンハーゲン)で、各国の削減目標を決定することになる。



我が国の長期エネルギー需給目標を策定しているが、2020 年度におけるエネルギー起源 CO<sub>2</sub>排出量の削減見通しは、最大導入ケースで 2020 年に 16%削減、2030 年に 27%削減と設定されている。最大導入ケースとは、実用段階にある最先端の技術で、高コストであるが省エネ性能の格段の向上が見込まれる機器・設備について更新を法的に強制する一歩手前のギリギリの政策を講ずる劇的な改善を実現するケースとされている。産業部門、家庭部門、運輸部門、業務部門で 2020 年の最大導入ケースでの CO<sub>2</sub>排出量見通しが推定されており、CO<sub>2</sub>削減効果が大きい主要な施策として、建築物の省エネ、次世代自動車、燃費向上、省エネ家電、交通流対策、IT 機器の省エネ、太陽光発電、高効率給湯器、製鉄革新技術、化学工業革新技術、高性能工業炉・ボイラー等 10 項目の施策が挙げられている。これらの施策で 1 兆 4300 万トンの CO<sub>2</sub>削減が見込まれており、中でも建築物の省エネによる削減効果が大きい。原子力は項目外とされているが、原子力だけでも 1 兆 1000 万トンの削減が見込まれている。これらの対策費用としては、10 年間で 50~60 兆円程度の初期投資が必要と算定されている。

エネルギー需給については、2020 年(最大導入ケース)では、一次エネルギー供給としては、現状、化石燃料の実績が約 80%であったが、化石燃料への依存度が減少し、石油依存度については 2005 年の 80%程度が 2020 年には 40%を切ると推定している。電源構成としては、2020 年に原子力等のゼロエミッション電源が 50%を占めるようになる。原子力発電については、現在発電量の約 30%を占めているが、供給安定性、環境適合性、経済性等を評価し、将来にわたる基幹電源として推進することになる。2020 年時点での原子力発電新設基数は 9 基、設備利用率は約 80%(現時点では約 60%)を想定している。

新エネルギー関係では、2005 年比で 2020 年には太陽光発電が約 20 倍、風力発電が約 5 倍、廃棄物+バイオマス発電、バイオマス熱利用他を含めて、原油換算 2,455 万 KL となり、2005 年比約 2 倍の導入を想定している。

これらの対策項目は 3 類型に区分されており、類型 A(現在殆ど普及しておらず今後急速な普及が必要なもの)としては、太陽光発電、次世代自動車、有機 EL,LED 照明、省エネ IT 機器、類型 B(現在普及しているが、更に加速度的な普及が必要なもの)としては、高効率給湯機、ビル・住宅等の省エネ、省エネ家電、類型 C(普及拡大が必要であるが社会的・制度的な課題があるもの)としては、風力発電、小水力発電、バイオマス、地熱等が挙げられている。これらの対策毎の詳細内容については講演で詳しく解説された。

中期目標検討委員会によるマクロ経済分析では、エネルギー削減を進めていくとどの程度経済への負担影響があるかを評価している。麻生総理が記者会見で 2020 年に 2005 年比 15%削減を達成するための国民負担は世帯あたり月額約 6000 円と報告されが、これは、可処分所得が世帯あたり年 4 万円減少、

光熱費負担が年3万円増加の合計の年額7万円が上記数値に相当している。マクロフレームの想定については、我が国の経済は、早期に危機を脱し、その後急速に回復するとして、経済成長率を2005～2020年で1.3%と見ている。

ちなみに、今回の衆議院選挙で示された民主党のマニフェストでは、1990年比25%、2005年比30%削減目標を掲げている。

昨年5月に作成した長期エネルギー需給見通しを先月再計算している。これはGDP成長率が下方修正されたこと、エネルギー価格の高騰等でマクロ経済の変更があったこと、太陽光発電が10倍と見ていたのが、新しい買取制度の導入効果により20倍程度になる可能性があること、又、燃料電池の開発が今年になって実用の目途が立ったことで2020年には140万台が推定されること等により再計算されたものである。

エネルギー政策については、これからはエネルギー、経済、環境(3E)のバランスが求められると考えられる。環境のみから進めるとCO<sub>2</sub>の削減であり、これを強く押し進めると経済にマイナスの影響が出る可能性がある。エネルギーの供給安定性についても日本の場合の一つのエネルギー源に依存しすぎるとエネルギーセキュリティが保たれない問題が発生する。環境と経済との両立が重要であり、2020年で次世代自動車が進展し、太陽光発電が爆発的に普及する等新しい産業の発展により、これが一つの環境対策にもなり、また省エネルギーにも役立つことになる。これからはエネルギー、経済、環境の並立が重要である。

鉄鋼事業、化学工業では、エネルギー効率で見ると日本は高い水準にあるが、これをどう評価するかが一つのポイントである。日本だけ厳しい対策を取ると、工場の流出問題が発生するので国際的枠組みを構築する必要がある。これからはそれぞれの産業毎の国際的連携及び対策が重要になっている。エネルギー政策には、国際的な横への広がりが必要と考えている。エネルギー政策は、この数年変わって来たと感じており、外因としては、エネルギー価格の高騰、経済のマイナスであり、次世代自動車、太陽光発電など政策的で要因で普及が進むのに対応することが重要である。長期エネルギー需要見通しは経済予測と言うよりは、政策的な見通しが重要になってくる。エネルギー、経済、環境(3E)は密接な問題になり、1省庁だけでは解決が出来ない問題になっており、省庁間を超える取組が必要となっている。講演後、数多くの質問があり熱心な討議が行われた。



(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

後援 (社)溶接学会 (社)日本溶接協会 (社)日本高圧力技術協会  
(社)日本技術士会

日時： 平成 21 年 12 月 8 日 (火) 14:00～16:00

場 所： ニューオータニイン東京 4階 「相生の間」

「原子力発電所・超高層建築の耐震問題」

首都大学東京 名誉教授

西川孝夫 氏

(講演会開催の趣旨)

2007年の新潟県中越沖地震で、柏崎・刈羽原子力発電所は、我が国に原子力発電所が出来て以来、初めて、ほぼ直下の激震に見舞われた。また、発生が危惧されている東海地震等海洋型の巨大地震による長周期成分を多く含んだ地震動(長周期地震動)に対する超高層建築の耐震問題が、マスコミでもしばしば話題に取り上げられている。日本の高度経済成長の申し子であり、現代社会の象徴でもある原子力発電所、超高層建築は、今まで大きな地震に遭遇することは殆どなかったし、地震被害の経験にも乏しい。激震に見舞われた柏崎・刈羽原子力発電所の耐震性はどうかであったのか。また、一般に原発の耐震設計はどうなのか。将来的にもこのままでよいのか。同様に超高層建築の耐震問題はどこにあるのか、それを解決するにはどうすればよいのか。地震国日本において安全な社会を作っていくためには是非、みんなで考えなければならない問題である。

(司会) 野本敏治 東大名誉教授



(財)溶接接合工学振興会理事長の野本先生の司会で講演を開始した。講演前には講演者の紹介を詳しくされ、更に講演後には講演を聞かれた感想を詳細に述べられた。

(講演概要)

西川先生は、建築学を専門とされ、(社)日本建築学会の理事、構造本委員会委員長、地震防災総合特別研究委員会委員長、兵庫県南部地震特別研究委員会幹事長、東海地震等巨大災害への対応特別調査委員会構造物委員会委員長等を歴任され、現在は、(社)日本免震構造協会会長、国土交通省関係の多くの委員会の委員を務めておられる。そのご経験から、「原子力発電所・超高層建築の耐震問題」についてご講演を頂いた。



地震に関して「マグニチュード」という用語は、地震が放出するエネルギーの大きさ(規模)を表しその数値が1増加するとエネルギーは約32倍になり、「震度」は地震が起こった際のある地点での揺れの大きさを表す。地震の規模をしめすマグニチュードが大きくなると揺れの範囲は広がるが、ある地点での揺れの大きさをしめす震度には必ずしも比例しない。21世紀に入って多くの地震が発生しているが、高度成長期には大地震が殆ど無く、低成長期に入って大きな地震が頻発している。今後30年以内に巨大地震が発生する確率は、宮城県沖が99%、東海地震は86%で単独での発生の可能性は低いと考えられている。

一般建築物の耐震設計は、建築基準法により一次設計と二次設計の二段階設計が採用されており、二次設計では、想定地震動300～400ガル(ガル;地震による地盤、建物の揺れの大きさを表す加速度の単位で、建物等にどの程度の力が加わるかを示す。)の関東大震災級の極めてまれにしか起こらない大地震に対しても建物に重大な損傷が無く倒壊しないことを前提として設計されている。

これに対して、原子力発電施設の耐震設計については、動的地震力(基準地震動 $S_s$ )、静的地震力( $C_i$ )で設計し、静的設計では一般建築物の3倍の水平力に堪えるように設計する。動的設計では $S_d$ (弾性設計用地震動)または静的地震力に対しては許容応力、基準地震動( $S_s$ )に対しては「止める、冷やす、閉じこめる」の状態を確保する段階設計をしている。

耐震設計上の重要度分類のSクラス( $A_s$ 、Aクラス)では、機能喪失により放射能物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生時に外部に放散される放射能物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響、効果の大きいものは、「止める、冷やす、閉じこめる」状態を確保するものとされている。設計で想定すべき基準地

震動には、基準地震動( $S_s$ )、弾性設計用地震動( $S_d$ )、鉛直地震動があり、建物・構造物、機器・配管別に許容限界応力が決められている。

大型原子力発電所の耐震設計については、我が国最初の東海第一原子力発電所(設置許可申請昭和 34 年 3 月)では、静的震度法を主とし、動的解析による方法は従として、施設の重要度に応じて設計震度を決めており、現在の原子力発電所の耐震設計法の骨格が作られた。初期の BWR,PWR の耐震設計である敦賀原子力発電所(BWR、設置許可申請昭和 40 年 10 月)では、東海発電所の静的震度法を最低限として保証し、動的解析を取り入れて本格的な動的設計時代の幕開けとなった。昭和 53 年以降、旧審査指針により、人工地震波による動的解析を用いた本格的な動的設計法が原子力発電所に用いられることになった。旧指針の制定以後、原子力発電所の耐震設計法に関する各種の試験が実施され、1984~1990 年日本電気学会の原子力発電耐震設計特別調査委員会で、耐震設計法の高度化・標準化が図られた。新耐震指針では、鉛直地震動による動的設計が採用され、水平・鉛直の両方向で動的設計が行われ、動的設計が全面的に採用されることになった。平成 18 年以降、新指針では、大間原子力発電所が建設中である。

新潟県中越地震による柏崎・刈羽原子力発電所に対する原子力安全委員会の見解は、1)緊急時に要求される「止める、冷やす、閉じこめる」という原子炉の安全性を守るための重要な安全機能は維持されている、2)放射性物質に係わる事象は、いずれも環境への影響が懸念されるものではない、3)B、C クラスの建物、構築物についても、地盤支持機能の確認やこれを踏まえた必要な補強等の措置を講じること、であった。同原子力発電所では、設計用地震加速度が大幅に超えていた可能性があるが重要構造物、部位に被害が無かった。しかしながら実際の耐震的実力、余裕度を確認する必要があり、また、地盤災害をどうするか、至急対策が必要である。

将来の原子力発電所の耐震設計技術に関する方向性としては、免震構造の導入、制震装置の導入、SC 構造(鋼板・コンクリート構造)の採用、地震 PSA(地震に対する確率論的安全性評価)の評価等の導入等、更なる安全性を目指して努力する必要がある。

近代社会を支えてきた超高層建築は、1963 年にホテルニュータニができたのが最初で、1982~1991 が最も建設数が多く、1992 年以降には免震設計のビルも登場している。日本に 100m 以上の超高層建築物が 400 棟程度、60m 以上の高層建築物は 2,000 棟以上あり、60m 以上の超高層建築物では動的設計を行い国土交通大臣の認定が必要である。年度別の高層建築物の高さ分類、用途別(ホテル・病院、住居系等)の変遷が BCL((財)日本建築センター)評定・性能評価件数として報告されており、近年、住宅系が増加している。

BCL 設立以前(1965 年以前)の超高層建築物として、ホテルニューオータニ、霞ヶ関ビル、1970 年代の 200m 級高層建築物では新宿住友ビル(210m)、新宿三井ビル(225m)、サンシャイン 60(226m)、1990 年代の超高層建築物では東京都庁(240m)、横浜ランドマークタワー(296m)等の例が示された。建造方式が技術の変遷で替わり、RC 造(鉄筋コンクリート造)のザ・シーン城北、CFT(コンクリートを充填した鋼管)構造の川口エルザタワー、超高層免震第 1 号の仙台MTビル、積層ゴム、鉛ダンパー、鋼棒ダンパーを設備した六本木ヒルズレジデンス D 棟、中間層免震の汐留め住友ビル、低降伏点鋼ダンパーによる王子製紙本社ビル、低降伏点鋼ダンパーによる鴨川グランドタワー、低降伏点鋼と座屈補剛材、補剛ブレースの東京宝塚ビル、オイルダンパーの六本木森タワー、粘性体ダンパー(壁体)による PCP 丸の内 1 丁目計画等各種の免震方式の開発が進められた。

免震構造とは、構造物の下に特殊な支承を設け地盤から切り離し、系全体を長周期化し、構造物への入力を減らすもので、地盤が硬く、建物が剛なほど有効なシステムである。各種免震構造には、耐震構造、基礎免震構造、中間層免震構造があり、それぞれ特徴がある。

兵庫県南部地震の直下型地震は、キラーパルスと呼ばれ、1~2 秒程度の地震が大きな振幅で継続するもので、十勝沖地震では長周期地震動で、ブロードバンドと呼ばれ 10 秒以上の成分も含まれている。この現象が判って、従来長周期であることを武器に設計されていた建物の耐震安全性の照査の必要性が表面化している。

課題としては、設計技術では、モニタリング技術の必要性が大きい。また、性能型設計では、目的、対象、条件が満足されれば、どのような設計法でも良く、どのような材料を使っても良いが、そのためには、性能の客観的表示が可能か、外乱(特に地震動)をどう考えるか、安全性についての国民の合意形成が必要である。また、設計・施工の一貫性が必須で、第三者検査の透明性、非破壊検査技術の向上と

その信頼性の確保が重要である。

講演後、活発な質疑応答が行われた。



西川先生のご講演を拝聴する聴講者

財団法人 溶接接合工学振興会 第20回セミナー  
ビジュアル化による溶接接合技術の新展開

日時：平成21年10月29日(木) 13:00~19:10

場所：『ゆうぼうと』 (東京簡易保険会館)

講演：7F 福寿の間 懇親会：7F 重陽の間

主催 (財)溶接接合工学振興会

共催 (社)溶接学会、(財)国民工業振興会

後援 (社)日本溶接協会、(社)日本高圧力技術協会

**(本講演会の目的)**

溶接・接合プロセスでは、アークやレーザなど熱源による局所的な加熱・溶融・凝固・冷却という一連の過程をたどり接合部が形成される。しかしながら、未だ「匠の世界」と言われるように、溶接・接合プロセスの制御は必ずしも容易ではない。それは、高温プラズマと溶融金属との相互作用、電極ワイヤの溶融と熱・物質移動、溶融金属の流動による熱輸送と溶融池形成、溶融池における凝固現象と相変態、残留応力の発生と熱変形など、高々数立方センチメートルの空間における数秒の時間に固体、液体、気体、プラズマの4つの状態が混相する複雑干渉系システムが立ち上がることによる。素材の特長を害することなく品質の信頼性および安全性を確保しながら高能率に接合部を形成するためには、溶接・接合プロセスで生じる現象の正しい理解が基本となる。

本セミナーでは、溶接学会特別研究会「溶接・接合プロセスのビジュアル化最前線」の成果の一部を紹介頂きながら、最新のデジタル観察・計測技術や数値計算シミュレーション技術を駆使した溶接・接合プロセスのビジュアル化についてレビューするとともに、その動向と今後の溶接・接合技術への新たな展開について考える。

開会挨拶 東京大学名誉教授  
司会・進行 大阪大学接合科学研究所教授

野本敏治 氏  
田中 学 氏



野本敏治名誉教授



田中 学教授

**講演**

1) ビジュアル化がもたらすもの

大阪大学接合科学研究所教授 田中 学 氏



アーク放電についての最初の学術的な書物は、エアトン夫人による 500 頁に及ぶ「The Electric Arc」(1902)で、「忍耐強い観察と熟慮された推論」により学術的基礎研究を纏めている。この本では、写真は 4 枚のみで、他はスケッチで示しており、当時は人間の目による観察の方が勝っており、現象の観察は自然の法則を発見し、その現象を理解する第一歩であった。

現在、溶接学会特別研究会「溶接・接合プロセスのビジュアル化最前線」では、固体、液体、気体、プラズマの 4 つの状態が複雑に混相する複雑干渉系の溶接・接合プロセス現象のビジュアル化を推進している。

今回のセミナーでは、溶接学会特別研究会に参画された先生方を中心に、1)溶接・接合プロセスのビジュアル化の最新動向の紹介、2)ビジュアル化と現象の理解を結びつけるための考え方・問題点の解説、3)今後のビジュアル化による溶接・接合技術の新たな展開 等为目标としており、今後の技術にどのように展開していくかについて報告して戴く。各講師の講演終了後の総合討論では、コメンテータの各氏から、別の視点から今後のビジュアル化による溶接・接合技術の新たな展開について報告を戴き、多面的に検討する場として本講演会「ビジュアル化による溶接接合技術の新展開」を開催する。

また、溶接学会特別研究会編集の「溶接・接合プロセスのビジュアル化最前線 ディスクパッケージ」(価格 3 万円)が紹介された。本ディスクには、本日の講演で上映される多くの動画が含まれている。本ディスクの内容としては、最新のデジタル観察・計測技術や数値計算シミュレーション技術を駆使した溶接・接合プロセスのビジュアル映像や解説図が、「溶接プロセス及び溶接機器」(49 項目)、「金属材料の溶接性ならびに溶接部の特性」(10 項目)、「溶接構造の力学と設計」(2 項目)に分類されて納められており、最新の溶接プロセス及び複雑干渉系における溶接現象の理解のための教育資料として最適である。

## 2) アーク溶接の本質に迫るビジュアル化

大阪大学大学院工学研究科教授

平田好則 氏

アーク溶接は、アーク放電によって得られる熱を材料表面に集中させ、溶かして接ぐ技術である。溶接アークについて理解を深めるために、アーク放電について、アークプラズマ中の電子、イオンの挙動等アーク放電のメカニズムを詳細、かつわかりやすく解説した後、グローブ移行からスプレー移行への遷移の生ずるメカニズムをワイヤ径相当のノズルから流体が流出するモデル計算により解明した結果を詳細に説明された。即ち、溶滴移行現象の基本的性質を明らかにするため、熔融金属を温度一定の非圧縮・粘性流体として扱い、ノズルから一定の速度で流出する液体の挙動をビジュアル化して、移行形態に及ぼす表面張力や粘性、熔融速度、空間電流分布の影響を調べている。その結果、表面張力を小さくするとスプレー化し、移行形態には液体の表面張力が大きく影響することを説明された。電磁力は、電磁ピンチ力の効果でスプレー化を促進し、通電時間(パルス時間)を 1ms とし、パルス電流として 400A、600A、800A とした場合では電磁ピンチ力が大きく作用し、600A、800A の場合には溶滴が分離・離脱する様子をビジュアル化により観察している。



熱分布については、平板、V 開先での TIG アークの入熱分布、温度分布、電流分布、熱分布等を計算しており、開先のある場合は、熱の入り方が異なることを説明している。開先形状、ウイービング等で、開先中心をずれば、アークの形状が変化し、溶け込み形状が、開先形状、アーク位置等により変わることを示している。

アーク溶接技術は、1904 年のチェルベルヒによる被覆アーク溶接棒の発明・開発からスタートし、アーク溶接技術は成熟した技術とみられているが、現状では、技能者の知識・経験・技能に依存する不完全な技術、「特殊工程」と考えている。(ISO9001-1994 迄の ISO 規格では、使用した後でしか結果が確認出来ない工程を「特殊工程」と称し溶接はその典型的な例であった。)これから脱却しようとする、普遍性のある形式知としてプロセスを表現すること、溶接現象の解明・理解が必要である。今後、実験、理論の両面から、ビジュアル化を推進することは極めて有用である。

## 3) ビジュアル化によるレーザー溶接現象の分析 (独) 物質・材料研究機構

塚本 進 氏

レーザー溶接では、材料の熔融・蒸発に伴って細くて深いキーホールが形成され、



レーザは、キーホール内で多重反射しながら材料の奥深くまで加熱することができるため、レーザ特有の狭くて深い溶け込み形状が得られる。この細長いキーホールは本来不安定なもので、溶接欠陥も発生し易くなる。

レーザ誘起プラズマの温度分布については、画像分光法により調査した結果、中心部では2万度程度の高温であることがわかった(レーザパワー5KW、Arシールド30L/min)。

X線ピンホールカメラにより、電子ビームが間歇的に母材を溶かすことにより、溶け込みのスパイク現象が発生すること、X線透過撮影によるキーホールの動的挙動が観察により、溶込みの最下部に発生するレーザ溶接特有のスパイクの発生原因が解明されており、キーホール先端で発生する不安定現象により気泡が生成することが確認された。

溶融池表面で起こる波の固有振動周波数でレーザ出力をパルス変調することにより、キーホール変動が最も抑制され、気泡が減少することが判った。しかしながら、ハイブリッド溶接では、この出力変調効果がないことが判ったので、シールドガスとしてHeにO<sub>2</sub>(10~20%)を添加して実験したところ、キーホールが安定化し、気泡が減少することがわかった。更に、表面張力の効果を調べるために、Ar+Heシールドで硫黄量を60ppmから1500ppm迄6段階に変化して検討したが、いずれの場合も気孔減少効果は認められず、シールドガスへの酸素添加時の気孔減少は表面張力低下の効果ではないことが明確になった。酸素添加の効果は、酸化物の分解と炭素との反応によりCOガスを形成し、キーホール内部での圧力増加によりキーホールが安定化したことに起因するものと考えられる。

溶接状況のビジュアル化によって溶接現象を理解し、溶接現象をどのように制御すべきかが明確になるが、ビジュアル化に際しては、その目的を明確にすることが重要である。

#### 4) ビジュアル化による溶接凝固割れ現象の定量的解析

広島大学大学院工学研究科教授 篠崎賢二 氏

近年、デジタル技術、光学技術、画像解析技術などの発展により、溶接凝固現象の「その場観察」が高精度且つ高速で行えるようになった。溶接時の溶融地挙動、溶接中の凝固及び変態現象、溶接割れ、気泡の発生等様々な溶接冶金現象の動的観察は現象の理解、機構の解明に有効である。本報告では、「その場観察」法により、凝固現象の観察、凝固割れの発生及び割れ発生限界歪みの測定、固液共存領域での凝固割れの発生を定量的に予測することが出来た。



溶接凝固割れは、溶融地後端の固液共存領域で発生するため、高速ビデオカメラ(3000 駒/秒)を用いてこの部分を観察し、固相の成長の様子、残留融液の形態、位置の観察を行っており、SUS347 鋼のレーザ溶接による凝固割れ発生状況を示す動画が上映された。動画には、凝固割れが発生する直前から、割れ発生、及び割れ発生直後までの溶融池後端部が明瞭に撮影されている。

「その場観測」法により凝固割れ現象の観察と定量的解析をおこない、次の成果が得られている。

- 1) 残留融液のその場観察により凝固割れ感受性を直接評価の可能性が示唆された。
- 2) 異材溶接金属の固液共存領域における高温延性曲線を精度良く取得出来る方法が確立できた。
- 3) この高温延性曲線から凝固割れ感受性の評価を行うことができた。

溶接部の固液共存領域での高温ひずみ解析から、

- 1) 固液共存領域を含む、固相線近傍の高温物性値を求めることができた。
- 2) 凝固割れ発生時の高温ひずみ解析ができた。

以上から、高温延性曲線と高温ひずみ解析により凝固割れ発生が溶接前に予測可能となった。

#### 5) ここまで来た相変態挙動のビジュアル化 大阪大学接合科学研究所 小溝祐一 氏

アーク溶接やレーザ溶接の溶接金属部では、材料が加熱され溶融し、液相状態を経て凝固した後、相変態や析出が起こる。また、溶接熱影響部では、高温に加熱された後、相変態や析出が起こることが知られている。講演では、溶接中の組織変化を直接観察し、評価したいと言う要望に応えるため、この組織変化を直接観察する「その場観察」技術が紹介された。鉄鋼材料の相変態がどこから起こり、粒界移動がどのように行われるかを直接観察するための装置としては、赤外線イメージ加熱炉とレーザ顕微鏡を用いており、本装置で観察され



た動画を用いて解説された。

鉄鋼材料の相変態については、0.3% C 鋼の  $\alpha \rightarrow \gamma$  変態、0.05% C 鋼の  $\gamma \rightarrow \delta$  変態、0.05% C 鋼  $\delta \rightarrow \gamma$  変態、0.8% C 鋼の  $\gamma \rightarrow \alpha$  変態、純 Ti の  $\beta \rightarrow \alpha$  変態等が動画で報告されている。また、S30C 鋼を CCT 図上で徐冷した時に、 $\gamma$  相の粒界から相変態が起こり始め、全体に広がっていく様子が明確に確認された。

大入熱溶接時の熱影響部では、組織の粗大化やラス状の上部ベイナイトの生成により靱性が低下するため、1) オーステナイト粒粗大化抑制、2) 粒内フェライト変態の促進等の手段がとられている。HAZ 組織の改善靱性にこれらの手段がどのように効果的に働くかを組織変化の直接観察で観察している。

溶接凝固過程については、放射光を利用して「その場観察」を行っており、溶接部において生ずる材料挙動は、継手の機械的性質や割れ、脆化、耐食性など溶接にともなう諸問題を支配する重要な因子であるため、溶接熱サイクルによって生ずる非平衡的な冶金現象による組織形成を理解することが重要であると結論している。溶接中の組織変化「その場観察」技術は、現象解明のためのものづくり計測であり、溶接冶金現象の解説、組織制御への橋渡し、組織シミュレーションに活用することができる。

## 6) 応力発光体を利用した欠陥危険度の可視化 (独) 産業技術総合研究所

徐 超男 氏

小さな弾性変形領域においても繰り返し発光可能な特定の結晶構造を有するセラミックス材料を開発し、これらの材料から繰り返し発光する「応力発光」現象を利用して構造物の非破壊的な検査技術として利用できる技術の開発により、微小な弾性変形から、塑性変形、破壊までの様々な力学現象を可視化出来ることを実証している。これにより構造物に潜んでいる欠陥の存在と、その危険レベルを同時に検出可能なだけでなく、微細な亀裂の発生とその進展を応力発光によりその場で可視化することが可能になった。応力発光セラミックスは、結晶構造を高度に制御した無機結晶(母体材料)の骨格の中に、発光中心となる元素を固溶した材料で、無機母体材料や発光中心の元素を選択することにより、紫外～可視～赤外の様々の波長で発光する応力発光体を開発している。代表的な材料としては、発光中心としてユウロピウムやセリウムを添加した欠陥制御型アルミン酸ストロンチウム、マンガンやテルルを発光中心として添加し構造制御された硫化亜鉛等がある。これらの応力発光体のナノメートルサイズ微粒子の作製、構造物表面に塗布できる塗料化の実現等により実際の構造物の様々な力学的観測が可能となった。



応力発光は、微弱な力学的なエネルギーでも弾性変形発光し、局所の電場と電場発光との相乗効果の寄与が大きい。これ以外にも、格子欠陥に由来するサーモルミネッセンス・蓄光・残光の寄与、摩擦・静電気・破壊発光の寄与、などが考えられるとしている。

応力分布の可視化として、円孔を有する金属板、人工大腿骨の例、欠陥と危険レベルの同時可視化センサとして、疲労亀裂と応力集中度の同時検知例、ステンレス板の亀裂進展の実証例等が報告された。また、講演では、橋梁上を自動車が行く場合の橋脚にかかる応力例等が動画で報告された。

## 7) デジタル化とビジュアル化がもたらすアーク溶接の新展開 (株)ダイヘン

恵良哲生 氏

溶接電源のデジタル化により溶接制御出力制御の高速・高精度化が積極的に行われ、溶接性能の向上に寄与している。更に、高能率化・高性能化に向けた課題解決のためには、アーク現象の理解が重要であり、溶接プロセスのビジュアル化は、複雑なアーク現象を含めた溶接プロセスを直感的に捉え、理解するのに有効な手段である。



溶接電源のデジタル化による制御性能の向上効果としてアークの安定化が挙げられ、その結果、GMA 溶接における低スパッタ化が達成される。また、電流波形制御により、従来のサイリスタ制御、電子リアクトル制御に比べてスパッタ発生量が激減している。更に、デジタルフィルターによるアーク長制御では、パルスミグ GMA 溶接ではインコネル肉盛溶接で、パルス無し GMA 溶接ではステンレス鋼の溶接で、デジタルフィルターによる異常アーク電圧除去の効果が解説された。タンデムパルス GMA 溶接におけるアーク切れ防止策として、出力パルスタイミング制御によりビード外観が改善されることを説明している。

溶接プロセスのビジュアル化については、アークプラズマモデル、溶滴移行モデル、溶融池モデル等のアーク現象モデルによる数値計算結果をビジュアル化によりわかりやすくしている。また、溶接電源

を組み込んだ溶接プロセスのシミュレーションとして熱源モデルの精度向上例が紹介されている。MAG パルス溶接での溶接電流・電圧波形の数値計算例、MAG パルス溶接でコンタクトチップ-母材間距離を変化させた場合の電流・電圧の数値計算例と実験例の比較が図示されている。

#### 8) 溶接品質のビジュアル化-溶接部の組織予測 (株)神戸製鋼所

村上俊夫 氏

溶接材料の材質予測には、1)溶接条件から溶接金属の成分、熱履歴の予測、2)溶接金属成分、熱履歴から溶接金属組織の予測、3)溶接金属成分、組織から各種特性の予測があり、報告では、490MPa 級溶接金属の材質予測システムの概略とビジュアル化の現状について解説された。

溶接金属の組織予測については、フェライト変態予測モデル、アシキュラーフェライト変態予測モデル、パーライト変態予測モデル、MA 予測モデル、オーステナイト粒径予測モデルにより予測している。

溶接金属の特性予測については、メッシュ分割モデルにより、メッシュ分割-熱履歴からマイクロ組織の予測-「組織・成分-特性の関係式」からメッシュ位置の特性予測-各メッシュ位置の特性の積算による全体特性の予測する方法を採用し、多パス溶接継手溶接金属の材質予測とビジュアル化を行っている。多層盛り溶接継ぎ手の組織分率、機械的特性予測結果を実測値と比較して、統合モデルとしての予測精度を検証した結果、組織予測、機械的特性予測については、硬さ、シャルピー吸収エネルギー共に良好な精度で予測している。



講演会の盛況

#### 総合討論

座長 大阪大学接合科学研究所教授 田中 学 氏  
コメンテーター

#### 1) 「レーザ溶接現象の更なる理解のため」大阪大学接合科学研究所教授

片山聖二 氏

最近、高パワーのファイバーレーザが開発されており、これを利用した高速溶接、リモート溶接を紹介された。

ファイバーレーザ溶接による高速溶接現象と溶接欠陥について、高速溶接(6m/min, 10m/min)時の現象を高速度カメラ(撮影速度;10,000 駒/秒)で溶融池を観察し、6m/min の場合は非常に長い溶融池が得られ、アンダーフィル及びスパッタが防止出来ているが、10m/min の高速溶接では、キーホール直後の融液が飛散し、アンダーフィル及びスパッタが多発している。ブルーム(溶接時の蒸発物)の傾きとスパッタ飛散方向には相関があり、ブルームのせん断力で融液が押し上げられている様子が観察出来る。

マイクロフォーカス X 線透視法と高速度ビデオ観察の組合せにより、キーホール挙動を観察しており、低速溶接(1.5m/min)時にはキーホール先端から気泡が発生し、ポロシティを生成しているが、高速溶接(6m/min)時は気泡が発生していないことが観察された。

また、ファイバーレーザで、溶接速度を 1m/min から 18m/min まで 5 段階に変化し、ビード幅、溶込み深さ、レーザ吸収率とキーホールとの相関を調べており、溶接速度の減少に伴い、ビード幅、溶け込み深さは共に増加し、レーザ吸収率も増加し、溶接速度 1m/min では 90%に達している。



## 2) 「摩擦攪拌接合 (FSW)におけるビジュアル化」東北大学大学院工学研究科准教授 佐藤 裕 氏

摩擦攪拌溶接 (FSW) は、非消耗の回転ツールを材料中に押し入れる過程で発生する摩擦熱と回転ツールによる固相攪拌を利用した固相接合技術である。回転ツール周りで材料がどのように流動しているかを理解することは、接合メカニズムの解明、接合プロセスの改善、ツール形状の最適化のために必要不可欠である。しかしながら FSW での塑性流動挙動は、ツール直下の限られた領域に限定されるため、直接観察が困難であり、1) トレーサーやマーカの移動を用いたビジュアル化、2) モデリングによるビジュアル化により、材料流動を視覚化する試みがされている。



トレーサーやマーカによる方法では、アルミニウム合金に小さな鉄球とか、エッチング特性の異なる異材の小片を埋込んだり、界面に異材箔を挟んだりした後 FSW 溶接しその移動を直接観察する方法が用いられる。また、モデリングによる手法では、流体力学モデル、粘塑性モデル、固体力学モデルによる流動解析が行われている。

摩擦攪拌に関する研究は、世界各国で精力的に行われているが、現象の理解はあまり進んでいない。ビジュアル化が不可能な塑性流動を正しく理解するためには数値シミュレーションに頼る部分が多くなるため、FSW に関連した物理量や材料特性値の把握が重要である。

## 3) 「非破壊試験におけるビジュアル化の現状」ポニー工業 (株)

横野泰和 氏

非破壊検査技術は、IT 技術の発展により大きく替わり、基本的には、放射線、超音波、電気、磁気等を用いて、非破壊で傷を検出・評価する方法であるが、評価に用いる表示方法に先端技術の応用が行われている。



放射線透過試験 (RT) では、撮影したフィルムをデジタイザーによりデジタル化する方法と、最初からフィルムの替わりに、イメージインテンシファイアー (II)、イメージングプレート (IP)、フラットパネル (FPD)、ラインセンサー (LS) 等の放射線の強度を記憶させる媒体を用いてデジタル画像をコンピューター処理することにより鮮明な画像をえる方法がある。

超音波探傷試験 (UT) での表示器は、オシロスコープのように横軸が時間軸で、縦軸に信号の電圧を表示する。即ち、横軸が伝搬距離 (垂直探傷法では深さ) を、縦軸が受信エコーの大きさを示す基本表示 (A スコープ) である。この情報をベースとして、探触子を動かして平面表示 (C スコープ) や断面表示 (B スコープ) による画像表示が行われてきた。最近では、記録をリアルタイムで画像化・映像化する装置が開発され、更には立体表示 (3D 表示) も実用化されている。

リアルタイムで画像収集ができるシステムの代表例として、TOFD 法が実用化され、溶接部への適用も行われている。又、探触子の走査を電子的に行うフェーズドアレイ (電子走査型) は、工業用でも実用化が進んでいる。

超音波は金属の結晶組織の粒界で散乱反射する形質があり、溶接部の断面マクロ組織を非破壊的に観察する方法が検討されており、マクロ断面写真と対比して説明された。

非破壊検査技術が進歩する一坊で、その信頼性は依然として技術者、装置及び試験方法に依存し、特に技術者の技量や経験に依存するところが大きい。ビジュアル化により技術者の技量に依存しない客観的な試験結果の評価・判定技術開発が望まれる。

## 4) 「ビジュアル化によるインプロセス品質管理」(株) 東芝

浅井 知 氏

溶接部の品質確認を、溶接施工中のインプロセスで行うことができれば、その場で補修等の欠陥対応が効率的に行え、施工後の非破壊検査を省略出来る可能性がある。又、全自動溶接や無人溶接を実現するには、施工中の品質確認が不可欠の技術である。このインプロセス品質管理を行うためには、アーク現象や溶接部のビジュアル化が有効である。

溶接ビード形状のビジュアル化手段として、CCDカメラは、ポロシティ、割れ、アンダカット、オーバーラップ等のビード表面欠陥の検出のみならず、性状 (色、質感) 迄も定量評価出来るビード外観評価には最適なセンサで、特に、二台の CCDカメラで、二つの視点からビード画像を捉えることで三次元表示が可能である。



溶融池形状のビジュアル化としては、CCDカメラによる撮影画像から、溶融池の幅、長さ、開先壁面とのぬれ角、電極・ワイヤ位置情報、電極形状変化などを画像処理にて直接観測することで、適正溶接条件からの逸脱を検知することが可能である。

溶込み及び内部欠陥のビジュアル化については、レーザ超音波法が有望である。レーザ超音波法は、高周波パルスレーザを材料表面に照射することで材料内部に超音波を発生させ、材料内部を伝播した超音波を表面の微小変位として連続的に照射した別の受信用レーザで受信するもので、分解能が高く、非接触で超音波を送受信できるため、溶接中の溶融状況の計測への活用が可能である。

閉会挨拶： 東京大学名誉教授 野本敏治 氏

講演終了後、懇親会が「重陽の間」で開催される多数の参加者を得て、盛会裡に終了した。

1. 司会 吉武進也
2. 開会の言葉 豊田政男大阪大学名誉教授
3. 乾杯の音頭 平田好則大阪大学大学院教授
4. 中締め 南二三吉大阪大学大学院教



吉武進也専務理事



豊田政男名誉教授



平田好則教授



南二三吉教授



平田教授による乾杯の音頭及び懇親会状況

(財)国民工業振興会 講演会

日時 平成22年2月5日(金)14:00~16:00  
場所 ニューオータニイン東京 4F ももきりの間

## 講演「変革期の企業戦略～モノ作り産業を中心として～」

経済産業省製造産業局 次長

後藤芳一 氏

冒頭、現在、話題となっている各種の技術開発例(電気自動車、カーボンファイバー、携帯用カメラレンズ、光ファイバー、カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバー等)をスライドで解説された。

講演者は、中小企業庁技術課長(「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律」を立案)、中小機構理事(新事業支援及びベンチャーファンド担当)を歴任されたのち、現職を担当されており、その担当分野は多岐にわたっている。鉄鋼、非鉄(アルミ、銅、チタン等)、ナノ、化学(石油関連、バイオ関連等)、化学物質管理(REACH、RoHS、化審法等)、繊維(テキスタイル、アパレル等)、バイオ(創薬、バイオ等)、窯業材料(住宅材料、サッシ、ガラス、等)、紙、日用品(家具、スポーツ用品等)、デザイン、感性(2008年度から「感性価値創造イヤー」として位置付け、フェアを実施して3年目で、今までパリ、ニューヨーク、今年は香港で開催予定。日本では、東京、神戸で実施しており、今年は金沢で開催予定。)、伝産品(江戸切子等)、水(上下水道、浸透膜等)、ものづくり白書の作製等、生活素材・基礎素材を担当されている。



2009年版ものづくり白書のコラムに「時代のニーズを先取りした設備投資の重要性」と題して掲載されている「経常資本回転率と売上高営業利益率の関係」の図による各種の例で説明された。図中には、縦軸と横軸を掛け合わせた指標であるROA(経営資本対営業利益率=営業利益/経営資本)の線も併記されており、図の右上方向にいく程ROAは良くなることを示している。同一年度での企業間の指標の比較では、企業間の業績についての評価が可能である。また、特定の企業の現在までの経緯から先行きを判断するためには、その企業の過去10年間の経営動向を整理することで今後の動向を診断することが可能である。例えば、設備投資の重要性については、素材産業では、合成ゴム等伝統的な素材産業から、高機能材料の研究開発等に注力して高い収益力を持つ企業となった例とか、セメント製造では、多結晶シリコン等の製造設備を増設して高収益体質を確立した例がある。この手法により会社の業績の変遷が良く判り、低迷期には時代のニーズを先取りする技術を磨いておき、需要拡大のタイミングに合わせて大胆に技術と設備を投入することで、大きい成長を獲得した例であることが読み取れる。その他の企業の例についても解説された。

農商工連携は、農(食品加工)と工業技術との連携であり、商業の持つ流通機能を活用して、消費者の声を生産者に反映させることや、生産者から見た販売促進機能を拡充することによって事業としての生産性を向上させることを目的としている。農商工連携の事業モデルを企画する場合、食品加工の技術には処理技術、加工技術、保蔵技術等があり、処理技術の洗浄、切断等を縦軸とし、加工技術の加熱、培養、発酵等を横軸とする表をつくり、新しく開発された製品をこれらの組合せとして解釈することができる。すなわち、新しい技術を適用する例として、食材に超高压をかけることにより、短時間に酵素分解してエキス化する例、発酵技術を利用してがん細胞の増殖抑制効果のある物質を生成した例、製造時間を短縮できる新しい製茶技術の開発例等が良く理解出来る。

経済の動きを見るために、1人あたりのGDPの自然対数値を縦軸にとり、横軸には1870～2008年までの経緯を示した図からは、日本は、第2次大変の終戦時の1945年に低下したが、その後欧米並みに回復して、更にこれを凌駕している状況にある。中国、韓国、タイ、ベトナム等に追い上げられてはいるが、日本は自らの改革努力を通じ、持続的成長につなげていることが読み取れる。

現在、日本は高齢化率(65歳以上の人口全体に対する比率)が世界で一番となり、環境問題では、水俣問題では影響が限定されたが、気候変動等では多くの人々に影響がある。即ち、環境問題には遠近があり、それにより解決策、アプローチが異なる。

共用品に関しては、日本提案のISO規格(ISO/IEC Guide71:2001(JISZ8071:2003 高齢者及び障害のある人々のためのニーズに対応した規格作成配慮指針)がある。また、(財)共用品推進機構があり、不便ある人にも使える様に様々の工夫が進められている。即ち、共用品は、「身体的な特性や障害に関わりなく、より多くの人々が共に利用し易い製品」と定義されており、例として、日本が最も進んでいるシャンプー容器の側面マーク、牛乳パックの切り込み、ビール缶上蓋の点字表示「酒」等が示された。

福祉用具の市場規模を例にとれば、比較的重い身体障害者向けの用具「狭義の福祉用具」では、2007年度の市場規模は、1兆2,608億円で、過去5年間の平均伸び率は1.3%であるのに対して、「広義の福祉用具」は、3兆2,439億円で過去5年間の伸び率は7.4%であった。このように利用者の拡大を目指す

ことによって、市場を拡大することが出来る。

最後に、経済産業省の「生活関連産業ブランド育成事業 sozo\_comm」の一環として参加している2010.1.22～26 にパリで開催されたメゾン・エ・オブジェ展の概要について説明され、日本製品では、例えば竹炭(消臭剤)、ムジデザイン等が紹介された。



挨拶 ～特に、中小企業対策の動向について～

財団法人国民工業振興会理事長

東京商工会議所副会頭

愛知産業株式会社 代表取締役

井上裕之 氏

現在、中小企業は大変な状況にあることはご承知の通りで、昨年3月を底にして徐々に回復しているとはいえ、環境問題に関係した一部の企業に関してのみであり、一般の製造業では全く仕事がない状態である。今年度の中小企業関連の予算は1,911億円(対前年比+21億円)で、中小企業者2,800万人の雇用に対して大変少なく1兆円の規模に持って行くべきと考える。

金融については、緊急対策費は36兆円、セーフティネットは21兆円となったが、1/29現在、前者は17兆円、後者は7兆円しか使われていない。これは信用保証協会の保証が取れないことと、仕事の先行きの見通しが無いことにより、企業を閉鎖するケースが増えていることによる。

日本を支える「ものづくり」を支えている日本の中小企業に資金が回っていない。それでも平成21年度の第1次補正予算では、「ものづくり試作開発支援事業」には570億円を投入し、本件への応募企業12,000社、採択は2,200社に及んでいる。



**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](mailto:jipa@mailbox.co.jp)

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