

巻 頭 言

半導体関連産業隆盛の一役を担う

潮谷 義子 熊本県知事



潮谷 義子 熊本県知事

明けましておめでとうございます。

皆様方には、日頃から研修会や交流の場などで本県と大変懇意にさせていただいております。まずはこれまでの御厚情に心から感謝申し上げます。

熊本をご存じの方も多くいらっしゃると思いますが、本県は、九州のほぼ中央に位置し、九州各県主要都市に150分以内でアクセスが可能な地理的特徴がございます。また、県全体の生活用水の約83%が地下水、そして熊本市を中心とした熊本地域16市町村では100%が地下水というように水に恵まれた地域がございます。約100万人の人々が水道水にいわゆる「天然のミネラルウォーター」を利用していることは、世界にも例を見ないものです。

熊本は、古来から地の利に恵まれた豊かな土地柄でございます。古代から「火の国」と呼ばれた本県は、中世より「火」に“豊かな”という意味で「肥」の字をあて、肥後国と呼ばれるようになりました。意外に思われるかもしれませんが、全国にある装飾古墳の3割が実は熊本に集中しているのです。これは、豪族発展の基盤である土地柄の“豊かさ”を物語る事実だと思います。ちなみに、古墳が多く見つかっている県北の菊池川流域で収穫される米は定評が高く、江戸時代は献上米とされ、近年の料理新聞社主催の全国食味会では、全国一位の人気を獲得しています。また、現在でも本県は国内有数の食糧供給基地であると自負しておりますが、江戸時代の文久3

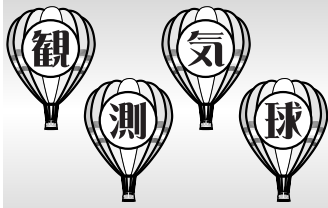
年（1863年）の記録によりますと、肥後国の石高は54万石で外様藩のなかで4番目に多く、昔から米が多く取れた土地柄でございます。

そして、今、私ども熊本県は、「産業の米」と呼ばれます“半導体”関連産業の振興に積極的に力を入れております。“MADE IN熊本”の半導体技術、製品、あるいはサービスが、世界中に広がり、認められ、社会の発展に役立ちますこと、そして、そのことが同時に、熊本の産業・経済振興に繋がりますことを目指して日々努力しております。

熊本を含む九州そのものが、シリコンアイランド九州と呼ばれ、半導体関連企業の集積が進んでおりますが、そのなかでも本県は、半導体関連産業の集積割合を示す半導体産業特化係数が全国一高くなっております。三菱電機、NEC、ソニーなどの大型立地が進み、デバイス・装置メーカー等100数十社がフルセットで立地し、更に平成18年末には、富士写真フイルムが熊本での操業を開始する予定となっております。

平成15年3月、熊本の豊かな自然の中で半導体関連産業が森のように生い茂っていく熊本の将来像を託して「熊本セミコンダクタ・フォレスト構想」を策定いたしました。今後とも地域の産学行政連携を基盤として、半導体生産技術を核とした国際競争力のある新技術、新産業が継続して創出される活力のある地域（熊本シリコン・クラスター）を創成してまいります。

本年も、半導体関連産業隆盛の一役を担って参りたいと存じます。今後とも熊本県をどうぞよろしくお願い申し上げます。



2005年以降の半導体産業は高原状態 ～ 民生中心のアプリに大転換で アップダウンが少なくなる！



泉谷 渉 会員

2004年秋口に入って、絶好調に推移していた半導体産業は一時的な調整局面に入った。2000年ITバブルの後にきた2001年大不況を経験しているだけに半導体産業に関わる人達は、恐ろしいリセッション(景気後退)の始まりではないかとおびえる向きも多い。しかしながら筆者は、半導体産業のアプリケーションは劇的に転換時期を迎えており、パソコン中心のカルチャーから携帯電話、デジタル情報家電、自動車にその軸足が移っていることを捉え、「民生」中心の拡大基調に入ったと分析する。その意味では、3～4年ごとに激しいアップダウンを繰り返してきた半導体市況はなだらかな高原状態となり、増幅の少ない堅調な成長時期を迎えたと見通せるだろう。

デジタル家電プラス携帯電話の市場はもはやパソコンをしのいでいる

IT革命の第一ステージは、米国に代表されるパソコンとサーバーさらには高速通信が切り開いたものであった。しかし、2001年以降の第二ステージは急速にパソコンカルチャーから新たなアプリケーションの時代に突入しつつある。パソコンの世界市場はここ7～8年間、生産金額でいえばまったく伸び悩んでいる。台数は増え続けても金額は18～20兆円の間で止まっており、80～90年代のような劇的な成長状

況にはない。先進10カ国についてはすでに、パソコンの普及率は80%以上に達し、今後は買い替え需要に頼るしかなく、唯一の希望は中国、ロシアなどの未開拓国であるが、これまでのような急成長はとも望めないだろう。これに代わって携帯電話は、2004年段階で年間出荷台数6億台に迫る勢いで、12兆円前後の巨大マーケットにのし上がった。デジタル家電についても、「新・三種の神器」といわれるデジタルカメラ、DVDレコーダー、薄型大画面テレビを中心に2004年段階で5兆円前後はカウントできるだろう。携帯電話とデジタル家電をあわせた金額は19兆円にもおよび、ほぼパソコンに並びかける勢いとなっている。さらに、デジタル家電は2005年にも10兆円市場に飛躍すると見られている。要するに、半導体市場は、産業用途から民生用途(携帯電話、デジタル情報家電、自動車)にその軸足が移ってきたわけで、超急上昇もないかわりに、大幅な落ち込みもないという局面に変わっている。

最近では、デジタル情報家電にかなりの注目が集まっているが、実際のところは自動車向け半導体こそ将来の一大市場であると分析できる。自動車は、単一の工業品としては世界最大の産業であり、現在

半導体産業新聞 編集長

CONTENTS

・巻頭言	潮谷 義子	1頁
・観測気球「2005年以降の半導体産業は高原状態～民生中心のアプリに大転換でアップダウンが少なくなる！」	泉谷 渉 会員	2頁
・話題の技術「65ナノ時代のシリコン材料技術」	久保田 裕康	6頁
・NoSide「機械屋から半導体屋へ・・・私の会社人生」	田中 俊行 会員	9頁
・秋季特別セミナー報告 05年5.2%マイナス予想 世代交替スピードの鈍化「ムーアの法則」の崩れ 半導体期待成長率の低下とボラティリティの縮小 M&Aによる寡占化の流れ	森山 武克 会員	12頁
・半導体今昔物語「フィリップスとの合併でスタートした松下半導体」	河崎 達夫 諮問委員	14頁
・ハーブの香「地震は自然の不条理な暴虐 - 阪神・淡路大震災から10年 - 」	森山 武克 会員	16頁
・半導体工場見学記	鎌田 晨平 会員	18頁

65兆円市場といわれている。なんといっても一台百数十万円の平均単価で年間出荷台数6000万台に迫るといってもない商品であり、今後も中国、ロシア、インド、ブラジル、アフリカなどで台数は伸び続ける。おそらくは、2015年前後に100兆円市場にのし上がることは確実で、自動車大手の話を総合すれば、その20%は半導体に振り分けられるということから、20兆円前後の自動車向け半導体市場が出現することになる。現在の世界半導体市場がトータルで25兆円前後であり、いかに自動車向け市場が膨大な可能性を秘めているかがよくわかるだろう。

低いEMS在庫、適正な設備投資などから早い回復予想

ここにきて、DRAM、フラッシュメモリー、TFT液晶、CCDなど主要デバイスの単価が下落し始めている。また、台湾半導体メーカーでは、すでに半導体製造装置の納入を一部遅らせる動きも出てきた。DVDレコーダーや液晶テレビ、デジタルカメラの在庫も増え続けており、大手セットメーカーの中には部品メーカーに対し、発注をストップするというところも出てきた。これらはひとえに、各電子機器メーカーのあまりに強気すぎる生産計画が裏目に出たことによるのだ。

デジタルカメラは、当初、04年の生産計画として前年比40%増の6000万台であったが、各セットメーカーは、なんと8000万台を超える強気の計画を立て、部品メーカーへの発注に走った。DVDレコーダーや液晶テレビ、プラズマテレビなども全体に計画が強めで、実需が追いついておらず、米国や日本での在庫積みあがりが目立ってきた。こうした状況から半導体の全体単価が一時的に下落傾向となり、設備投資にもブレーキをかけるという動きが広がりつつある。

しかしながら、設備投資水準とEMS在庫の状況からみて、01年のような急激な景気後退は考えにくい。半導体設備投資は、03年段階で258億ドルが投入され、これに対し生産額は1700億ドルであったから、生産額に対する投資額の割合は、15.2%であった。04年については、同じく生産金額が前年比30%増の2200億ドルとみられる中で、設備投資は400億ドルであるから、前記の割合は18.2%に留まる。生産金額に対する投資金額の割合が20%を越えれば、危険信号といわれており、00年のITバブル期は実に30%を越えるというありさまであった。つまりは、投資活発といいながら、適正水準に留まっており、過剰

設備投資の懸念はないと分析できる。

また、EMS在庫の状況も健全だ。00年当時には、120億ドルにも達していたEMS在庫は、現状で60億ドル水準にあり、これは当時の半分でほぼ適正水準を維持している。つまりは、在庫管理が厳密になり、無駄な在庫を持たない傾向が強まっているため、半導体価格を含め大幅な市況軟化を招くことにはならない。

こうした状況を鑑みれば、04年秋口から05年春にかけて世界の半導体市場は、一時的な調整局面を迎えるものの、回復は予想外に早いともいえるだろう。また一方で、シリコンウエハーを始めとする主要部材の供給が追いつかないという声もあり、このため思ったようには作れないとの声もある。デジタル家電急伸に伴う半導体市場の構造変化、部材の不足、投資の適正水準などを総合的に勘案すれば、05年以降の半導体市場も急伸は予想できないが、高原状態が続くと考えられないこともない。

次世代テレビ市場は10億台～30兆円以上の超超大型市場として大きな期待

さて、今やデジタル家電の次期花形商品として期待が高まるのは何といっても次世代の薄型デジタルテレビだ。次世代デジタルテレビ市場といえば、誰もがまず頭に思い浮かべるのは、50～60インチぐらいの家庭用据え置き薄型大画面テレビであろう。しかしながら、超巨大市場となる次世代テレビ市場のマーケットは、そのように単純なものではない。これに加えて、家庭内におけるモバイルタイプとしてのノートPC型薄型テレビの市場があり、自動車に搭載する5～6インチレベルの車載テレビの市場があり、また台数だけでいえば桁違いの携帯電話テレビ市場があり、こうしたバラエティでこの超超巨大マーケットは形成されていくのだ。

まず開花し始めた薄型大画面テレビであるが、初期は空港、ホテル、商業施設などで、多くの購入が進み、ついで値ごろ感がでてきたことから家庭用に展開してきた。しかしながら、現状ではいかんせん超高額商品であることは否定できない。2004年9月、松下電器産業が、世界最大の65型プラズマテレビを市場に搭載すると発表した。価格は207万9000円。家庭に本格的なホームシアターシステムを備えている購入者がターゲットとなっている。ほぼ同じ頃に韓国LG電子は、55型液晶テレビを発表したが、価格は195万円で、これまた一般消費者にはほど遠い高

額商品だ。

LG幹部は、「35年前には29インチ型テレビと豊田自動車のコロナがいずれも3万ドルで、ほぼ同価格だった。現在も乗用車の価格はほぼ同じだが、テレビの価格はその当時の100分の1まで下がっている。この歴史を考えれば量産効果と技術の進展で、今後薄型大画面テレビは大きく価格を下げてくる」と指摘する。

国内の自動車販売ディーラーの現場では、新型車と薄型大画面テレビが競合し始めているとの感触を強くもっている。簡単にいえば、車の買い替えを先送りにしても100万円を超える高級薄型テレビを購入する富裕層や、中高年層が増えていると分析する。米国や欧州においても同じような現象が出始めている。とりわけ2004年の年末商戦は家庭の耐久消費財の主役の座を巡り、薄型大画面テレビと乗用車が激しく競合していった。2004年秋段階で、シャープの45型薄型テレビ「AQUOS」は99万7500円、ソニーの46型薄型テレビ「QUALIA」は110万2500円、日立製作所の55型薄型テレビ「Wooo」は120万7500円となっている。

一方で、30インチの中型薄型テレビは価格競争が激化し、値下がり率は年率20%前後で、今後店頭の実売価格が普及の目安とされる1インチあたり1万円を切るのは時間の問題だ。

テレビの世界出荷台数は、1億5000万台程度でほぼパソコンと同じ台数を出荷している。このうちプラズマや液晶などフラットパネルディスプレイ化されている比率は6%前後で、残る94%は相変わらずブラウン管を採用している。デジタル放送が本格化する2011年以降、加速度的に従来のアナログタイプのブラウン管テレビは薄型大画面に買い換えられることは確実で、ここには大きな市場が横たわっている。

ノートPCで世界上位にある東芝が、ダイナブックに代わるシリーズとして投入した「コスモ」は、15~20インチの高精細低温ポリシリコン液晶パネルを採用し、一発でテレビが駆動し、DVDも見れ、ノートPC機能がついているというしるものだ。こうしたセミモバイルともいうべきノートPCタイプのDVD付き薄型テレビもばかにならない市場で、オフィスで、居間で、ベッドで場所を変えながら気軽にテレビ放映を楽しむというカルチャーが出てくるだろう。さらに中型市場としては5~6インチ、場合によっては10インチまでの範囲で自動車に搭載される薄型テレビ

市場が存在する。トヨタや日産の話を経合すれば、近い将来助手席や後部座席を含めて4枚のフラットパネルディスプレイが必要であると判断しており、車の中でテレビやDVDを楽しむという時代もそう遠くはないだろう。

さらに台数ベースでビッグマーケットの期待がかかるのが携帯電話テレビだ。2006年春にも国内においては、デジタル放送を携帯電話に送信するサービスが始まる。これに合わせた端末も2005年秋頃から本格投入されるだろう。2004年段階で世界出荷台数6億台という携帯電話にすべてテレビ機能が搭載されれば、ここにも超ビッグ市場が登場することになる。

家庭用薄型大画面テレビが最終的に1億5000万台、ノートPCタイプおよび車載などの中型市場が1億5000万台、さらには携帯電話市場が7億台と計算すれば実に近未来に、10億台というテレビ市場が誕生することになる。そのときのコストやプライスにもよるが、どんなに低く見積もっても30兆円以上の超超巨大市場が控えているわけで、単一の工業製品としては、これまで世界最大の自動車産業65兆円に次ぐ期待の巨大マーケットが現出することになるだろう。

世界各国で2007年~2012年にかけてアナログ放送が次々とデジタル放送に切り替わっていくわけだから、現行のテレビはそのままでは映らなくなる。デジタル専用のチューナーを付け替えれば映ることになるが、おそらくはそうした流れにはならず、一般消費者は液晶やプラズマなどの薄型大画面テレビに移行していくだろう。

また、米国など各国の通信連合は、2007年以降に製造されるテレビにDVDレコーダーやHDD内蔵を義務付けるという動きがある。米連邦通信委員会は、36インチ以上の大型テレビは、2004年7月までにデジタル放送対応チューナー内蔵を義務付けることを決めた。さらに2007年7月までには、13インチ以上の全てのテレビに同チューナーを内蔵する決定を下した。米国のテレビ市場で約50%のシェアを握る日本の家電各社は、否応なしにデジタルチューナー内蔵型テレビへの切り替えを迫られることになる。

次世代テレビが半導体にあたえるインパクトは凄まじい~PCよりも高い半導体搭載比率
こうした超巨大マーケットである次世代テレビが、半導体デバイスに与える影響は数知れない。パ

ソコンの場合1台に使われる半導体の金額は、販売単価の約20%といわれる。つまり20万円のパソコンを購入すればそのうち4万円の半導体が消費されるわけだ。しかし、次世代のデジタルハイビジョン薄型テレビは、半導体搭載比率が実に50%を超えると、いう凄まじさで、インパクトはパソコンよりもはるかに大きい。つまり1台あたりの半導体消費比率は、次世代テレビの場合非常に大きいというわけだ。この中核となるシステムLSIの開発については、各社ともしのぎを削っている。

液晶ドライバーという半導体は、ほんの数年前まで1000億円にもいかないような小さな市場であった。しかし、携帯電話やデジタルカメラ、液晶テレビなど液晶を搭載する品目が増えれば増えるほどこのドライバーという半導体は重要部品となってきた。現状で、5000億円市場にのし上がったと見られ、ここ数年のうちにも1兆円の市場を築くとさえ言われる。液晶ドライバーの世界マーケットシェアは50%以上が日本勢が握っているといわれ、TFTドライバーについてはNECがトップメーカーであり、STNドライバーはセイコーエプソンがトップメーカー。さらにシャープ、東芝、ルネサス、新日本無線などがこの分野を得意とする。

携帯電話にテレビ機能が搭載されれば、スピーディーな動画像を実現するためのメモリーが必要になる。これまで携帯電話にDRAMは搭載されていなかったが、テレビ機能を付加することで大容量DRAMを搭載し、かつシステムLSI化する必然性が生じてくる。日本のエルピーダメモリは水面下の戦いで、携帯電話用DRAMのシェアの60~70%を握ったという。この背景があるからこそ、エルピーダは広島を中心に5000億円の巨大設備投資を実行できることになるのだ。

ソニーは、65nmメートルという世界最先端の半導体「セル」を次世代テレビに搭載するとアナウンスした。このことで、あらゆる機能のワンチップ化を行い、多機能、同時並行処理を可能とする次世代テレビで、ソニーは先行したいという。また松下電器は、デジタルハイビジョン用システムLSIで現在かなりのシェアを獲得している。今後もその技術に磨

きをかけ、テレビ向け半導体の分野で多くの生産金額を積み上げていきたいという。

また、これに関して次世代型DVD用の青紫色LEDなどの化合物半導体が急速に伸びてくることも十分に予想される。超超巨大市場の次世代テレビは、これまでのパソコン用半導体とは異なる分野で、多くの有望な半導体プレーヤーを輩出してくることは間違いない。

日本主役の時代到来、国別マーケットで今や世界一の水準

さて、いうまでもなく家電産業をお家芸としてきた日本勢は、次世代薄型テレビの市場において最先行していることは間違いない。また、自動車産業についてもトヨタは2005年にもGMを抜き世界第一位に躍進することは確実だ。ゴーンちゃん率いる日産も世界第二位狙いであるし、ホンダも虎視眈々と世界第三位を狙う。2010年以降に日本の自動車三社が金銀銅独占を果たすことも夢ではない。

半導体産業においても国別マーケットで日本は一位に返り咲いた。2003年の日本半導体市場は389億ドル、米国半導体市場は323億ドルで、10年ぶりに起死回生の逆転を果たした。2004年の日本市場は462億ドル、米国市場は393億ドルで、さらに水をあけている。ちなみに98年当時の日本市場は259億ドル、これに対し米国市場は410億ドルであった。ニッポン躍進の原動力はなんといってもデジタル家電をコアとした携帯電話、自動車搭載、流通タグなど新マーケットにあるのだ。

さらに、半導体設備投資においても日本勢は先頭を走っている。2003年の日本勢の投資金額は9000億円、2004年はさらに引き上げ1兆2000億円で国別設備投資では2年連続で首位を疾走する。「民生」を主軸に展開する今後の半導体市場においては生産、投資、消費の三点セットで日本主役の時代が到来という胎動がきこえてくるようだ。ただし、収益性の低さという点がニッポン半導体の弱点であり、生産革新を進め、高コスト体質を克服すれば、真の意味での日本半導体王国の復活が果たせることになるだろう。



65ナノ時代のシリコン材料技術

久保田 裕康 (東芝セラミックス株)



メモリやMPUに代表される半導体デバイスは3年で一世代のスピードで微細化しており、現在、既に90nmの量産が始まっている。65nmについても開発が進められており、2~3年後には量産が開始されると予想されている(図1)。デバイスの微細化に伴い、基板として使用されるシリコンウェーハにはより一層の高品質化が求められている。また、デバイスの高性能化のためにSOIや歪みシリコンといった新しいシリコン材料が一部の半導体メーカーで既に量産に使われ始めている。ここではこのような状況を踏まえながら65nm世代に向けたシリコン材料の動向について概説する。

1. 超平坦化のために「両面ミラー」の採用へ

微細リソグラフィ技術とウェーハ平坦度は切っても切れない関係にある(図2)。ウェーハに必要なとされる平坦度は、リソグラフィに用いられるステッパ(露光装置)のDOF(Depth of Focus)から逆算される。露光時のウェーハ表面の凹凸は、ウェーハ自身の平坦度は勿論、デバイス工程で生じる段差や、リソグラフィプロセスのバラツキ、ウェーハチャックの平坦性等により影響を受けるが、これらバラツキをすべて含んだものがDOFの範囲内に収まらなければならない。経験的にはウェーハ自身の平坦度は概ねDOFの1/3~1/4以下が必要とされており、デザインルール(最小パターン寸法)とほぼ同等となる。現

在広く使われている「片面ミラー」ウェーハはラッピング後、加工歪み層を取り除くためエッチングを行うが、裏面はこのエッチング面がそのまま現れている。裏面が粗れていると平坦度向上には限界があるため、65nm世代ではより高平坦化が可能な「両面ミラー」ウェーハが主流になると考えられる。300mmウェーハでは、既に両面ミラーが世界的に標準仕様となっているが、200mmウェーハでも65nm世代からは両面ミラーの採用が本格化しよう。両面ミラーではラッピングに代わって平面研削を用いて厚さの均一性を図るとともに、破碎層を浅くしてエッチング工程を省略し高平坦度化に対応する検討も行われている。また、デバイス形成領域をウェーハ面内最大限拡大してチップグロス数を増やすため、ウェーハ周辺の平坦度の保証外領域(エッジカット)を2mm、更には1mmへと縮小してゆく要求が出てきており、ウェーハメーカーにはウェーハ最外周まで含めた超平坦加工技術の開発が望まれている。

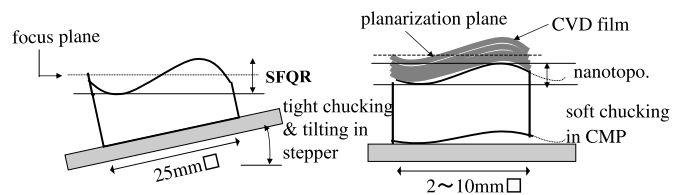


図2 リソ対応の平坦度(SFQR)とCMP対応Nanotopo.

Year of Production	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Driver
Technology Node		hp90			hp65			
DRAM 1/2 Pitch (nm)	100	90	80	70	65	57	50	D 1/2
MPU/ASIC Physical Gate Length (nm)	45	38	32	28	25	23	20	M
Wafer diameter (mm) **	300***	300***	300	300	300	300	300	D 1/2, M
Edge exclusion (mm)	2	2	2	2	2	2	2	D 1/2, M
Front surface particle size (nm), latex sphere equivalent [D]	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	D 1/2, M
Particles (cm ⁻²) [E]	≤0.35	≤0.35	≤0.35	≤0.18	≤0.18	≤0.09	≤0.09	D 1/2
Particles (#/wf)	≤238	≤238	≤241	≤123	≤123	≤63	≤63	D 1/2
Site flatness (nm), SFQR 26mm x 8mm site size [F, R]	≤101	≤90	≤80	≤71	≤64	≤57	≤51	D 1/2, M
Nanotopography, p-v, 2mm diameter analysis area [Q]	≤25	≤23	≤20	≤18	≤16	≤14	≤13	M

図1 ITRASロードマップ(2003年版)

また、最近ではデバイスプロセスへのCMPの導入に伴い、nanotopographyと呼ばれる新たな平坦度がウェーハ規格に導入され始めている。CMPはウェーハを比較的自由的な状態で保持し、ウェーハ表面の金属配線膜や層間絶縁膜等を研磨布で研磨、平坦化するもので、ウェーハ表面の凹凸に応じて金属膜や絶縁膜の厚さムラを引き起こす。リソグラフィから要求される平坦度はウェーハ裏面強制吸着状態でのウェーハ表面の凹凸であるが、CMPから要求される平坦度(nanotopography)は、ウェーハを吸着しない自由な状態でのウェーハ表面の凹凸といえる(図2)。層間絶縁膜のバラツキは寄生容量のバラツキとなってデバイスの動作周波数に影響するため、一部のデバイスメーカーではnanotopographyをウェーハ規格に導入している。今後、デバイス的高速化が進むにつれnanotopographyを規格化するメーカーが増えてくるものと考えられる。

2. バルクシリコンウェーハは「無欠陥CZ」、「アニール」、「エピ」の棲み分けに

通常のシリコン結晶中には、酸素析出物や空孔の集合体であるボイド状欠陥(COP)が、それぞれ $\sim 10^8$ ヶ/cm³、 $\sim 10^6$ ヶ/cm³存在する。これらの欠陥は、ゲート酸化膜の耐圧劣化や接合リーク電流の増大を引き起こすこと等から、ウェーハ表面からデバイス形成深さまでは完全に除くことが望ましい。デバイス形成深さは素子構造によって異なるが、トレンチ型のDRAMではキャパシタに深いトレンチが使われることから $\sim 10\mu$ 、一方、スタック型DRAM、あるいはロジックデバイスでは $\sim 3\mu$ 程度が欠陥フリーとすべき深さの目安となる。特にモバイル用途の半導体では待機時の消費電力を抑える必要性からリーク電流の許容値は厳しくなる一方で、従来にも増してデバイスの形成領域の無欠陥化が重要になっている。

シリコンウェーハの表層無欠陥化を実現する方法として、現在では、大別して1)無欠陥CZ、2)高温アニール、3)エピ、の三つが実用化されている(図3)。「無欠陥CZ」は、CZ引き上げ条件を最適化して、COPの形成を結晶段階で抑制する取り組みである。COPは、結晶引き上げ時に、固液界面から導入された過飽和な原子空孔(vacancy)が、その後の結晶の冷却過程で凝集した $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ の正八面体をしたボイド(空隙)である。COPの形成過程を支配するパラメータとして、結晶の引き上げ速度(V)と結晶の温度勾配(G)の比V/Gをある一定の範囲に制御すると

COPが全く形成されないことが判明している。結晶全体(長さ方向、及び径方向)に亘ってこの範囲に制御する事でCOPの無い結晶が作成できる。課題はいかに結晶全域にわたってV/Gを一定に制御するかということであり、シリコンメーカー各社は各種の工夫、検討を進め、200mm結晶については既に量産化されており、300mmについても量産の段階に入りつつある。但し、引き上げ速度は通常より概ね遅く、結晶の生産性は低下する。生産性を含めコスト上昇をいかに抑制するかが今後の課題である。また、無欠陥CZは、酸素析出物も少なくゲッターリング能力がないため、デバイス製造ラインとのマッチングが重要となる。

高温アニールは、通常CZウェーハを、水素やアルゴンなどの還元性あるいは不活性雰囲気中で高温熱処理(アニール)することにより、ウェーハ表層部からCOPを消滅させる方法で、水素アニールウェーハがその代表である。最近では、窒素等の不純物を結晶引き上げ時にドーピングすることにより、CZ結晶のCOPのサイズを極力小さくする事で、高温アニール処理でのCOPの消滅効果を高め、表層 $\sim 5\mu$ 深さまでCOPがほとんど消滅したウェーハが量産化されている。アニール工程では、同時に内部に酸素析出物(BMD)が形成され、BMDはデバイス工程での金属汚染のゲッターリングサイトとなるため、「表層無欠陥、内部にはゲッターリング層」と理想的なウェーハ構造が実現される。現在、200mmでは勿論のこと、300mmでも量産されている。

エピウェーハは通常CZ基板の上に、CVD法を用いてエピタキシャル層を形成するもので、エピ層自身はCZ結晶では不純物として含まれる酸素やCOPもなく、結晶品質的には理想的と考えられている。更に、p/p⁺といった構造が容易に作れるため、ラッチアップ

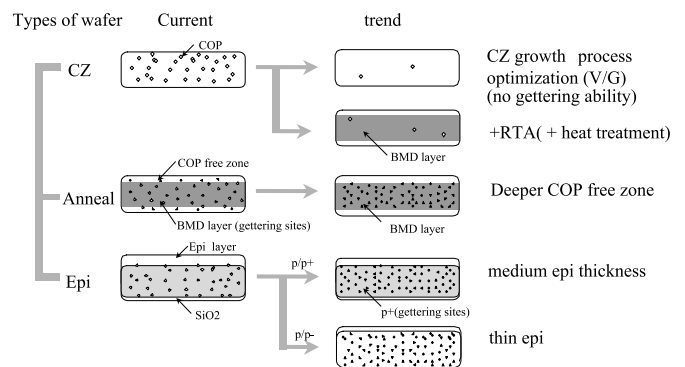


図3 バルクシリコンウェーハの流れ

プやソフトエラー耐性などのデバイス信頼性を向上させる効果も発揮でき、高性能のMPU等で使用されている。エピ成長は通常枚葉CVD装置を用いて行われるが、 p/p^+ ではエピ成長中のオートドーピング抑制のため裏面をCVD膜でシールすることを含めてコストが高いのが難点である。最近では、 p/p^+ 構造のエピとしてコストを下げる取り組みがなされ、実用化している。

「無欠陥CZ」、「アニール」、「エピ」はそれぞれ特徴があり、これらのウェーハはいずれも200mmはもとより300mmの先端デバイスで量産に使われている。デバイスメーカーもウェーハ物性のどこに重点を置くかでウェーハ選択の基準が異なるため、今後もこれらのウェーハは棲み分けられながら使われてゆくことになる。

3. バルクシリコンに加え、「SOI」、「歪シリコン」、「SGOI」等が本格実用化を迎える

上述のシリコン・バルクウェーハに加え一部の高性能デバイスではSOIや歪みシリコン等の新しい構造の基板を使う動きが出ている。

「SOIウェーハ」を用いるとデバイスの寄生容量が低減し、低消費電力化、高速化が容易に実現でき、携帯通信用ICやMPUなどの一部に量産採用されている。これらに使われるSOIウェーハは、SOI層の厚さが $\sim 0.2\mu$ 以下と薄く、その製造方法としては大別してSIMOX、貼り合わせの2系統に分かれる。SIMOXはSOI層の膜厚均一性が貼り合わせ法に比べて優れるが($\pm 2\%$)、SOI層に貫通転位、埋め込み酸化膜にはピンホールなどの欠陥が残存するという欠点がある。貼り合わせ法はSOI層の結晶品質、及び埋め込み酸化膜(Box)の耐压特性がSIMOXに比べて優れるという特徴がある反面、膜厚均一性はSIMOXに比べてやや劣る。いずれも、300mm径まで実用化、量産されているが、現状では貼り合わせ法の方が優勢のようである。

「歪みシリコン」は、シリコンの格子を伸ばしたり圧縮することにより、電子やホールの移動度を向上させ、デバイスの特性(スピード)を向上させるためのものである。たとえばSiより格子定数が4.2%大きいGeを数%~数十%程度混ぜたSiGe結晶層をSi基板上にヘテロエピ成長させ、その上にノンドープSi層(歪みシリコン)を数十nmエピ成長させると引っ張り応力を与えられ、電子の移動度を向上させる

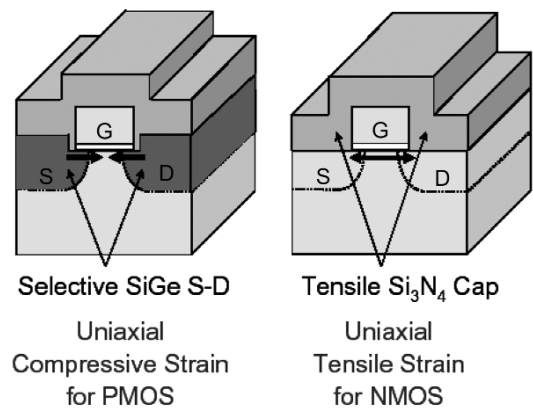


図4 Intel社の90nm世代用歪みシリコントランジスタ (同社ホームページより)

ことができる。この歪シリコン層をチャンネル層にすることで高速なn-chトランジスタが出来る。また、逆にホールの移動度は格子を圧縮することにより上昇することから、SiGeの選択エピを行いp-ch部のシリコン領域を圧縮すると同時に、n-ch部のシリコン領域を伸ばしてCMOSデバイス全体の高速化を図っているメーカーもある(図4)。これら歪シリコン材料を導入することにより、一世代先の微細化プロセスでの性能を実現できるため、デバイスメーカーでの関心は最近急速に高まってきている。また、SOIと歪みシリコンを組み合わせた絶縁層上の歪みシリコン(SGOI)の研究開発も国プロとして行われている。半導体デバイス全体を見たときには、SOIウェーハや歪みシリコン、あるいは更にSGOIがシリコンバルクウェーハにとって替わることはないと考えられるが、超高速や超低消費電力を志向した最先端のデバイスには今後、これら「新シリコン材料」が確実に採用されてゆくだろう。

4. まとめ

シリコンウェーハは、半導体デバイスを製造する上で、依然として主流の座を持ち続ける重要な基板材料である。65nm世代のデバイスの高集積、高機能化に対応して、品質的には超平坦化、無欠陥化が徹底的に追求される。また、薄膜SOIウェーハや歪みシリコンがシリコンバルクウェーハの限界を打ち破る材料として先端デバイスではより普遍的に使われるようになる。微細化を従来と同等のスピードで進めるには、リソ技術をはじめとした半導体プロセスの課題を解決してゆかなければならないが、基板となるシリコンウェーハの進化も必須条件であり、従来以上にその役割は重要になると考えられる。



機械屋から半導体屋へ …私の会社人生

田中 俊行 会員



司会 今回は運営委員としてご活躍の田中俊行会員にお話を伺うことに致しました。
どうぞ宜しくお願い致します。

半導体シニア協会とのかかわり

司会 まず田中さんが半導体シニア協会に入られた経緯からお聞かせ下さい。

田中 私がシニア協会に入会したのは今から4年前頃で、当協会の運営委員をやられている森山さんからの誘いを受けたからです。当時、私は関西でSEMIのプログラム委員を引き受けており、森山さんと一緒に仕事をしていました。それで森山さんから「半導体シニア協会というのがあって、今運営委員を募集しているのでやってみないか」といわれ会員になりました。

司会 会員になられてすぐに運営委員になられたのですか。

田中 そうです。丁度運営委員を増強している時期であり、運営委員を拝命しました。今は運営委員として2期目を少し過ぎた所です。

司会 運営委員会の中で関西委員と広報委員を担当されているのですね。

田中 そうです。その他に一応終わったのですがライフプランも担当していました。

司会 関西を拠点にしているいろいろのことを担当されているのですね。

田中 はい。今はマイクロンジャパンの常勤監査役として兵庫県西脇に勤務しています。なかなか関西を離れられません。

半導体ビジネスとのかかわり

司会 田中さんが半導体とかかわりを持たれるようになったきっかけについてお伺いしたいと思います。

田中 この間ブレークスルーのシリーズ（プレスジャーナル社の雑誌の連載記事）に書いたのですが、私はもともと神戸製鋼で機械の設計の仕事をしていました。セメント用とかマイニング、製鉄用とか、典型的な重厚長大型の機械です。私が担当していたのは主として石を砕いて粉にする粉碎機

というものです。例えばセメントというのは石灰石と粘土を一度砕いてそれを焼き固めたものを又砕いてセメントにするのです。また鉬石を選鉱するために粉にする必要があるのです。そういう石の塊を粉にする馬鹿でかい機械のデザインと開発をしていました。

田中 最初はそれら単体の機械をやっていましたが、その後それに伴うプラントの仕事をするようになりました。しかし1980年代後半になるとセメント業界、マイニング業界、それに鉄鋼業界もそうですけれど、いずれも成熟産業になってきて、マーケットは縮小してきました。その時期に神戸製鋼としては新しい成長ビジネスを取り込んで、それにシフトして行こうということになり、1988年に「ポスト88」というプロジェクトを編成しました。そして新事業本部という組織を作り、その為の企画要員を募集しました。1989年の初めには20人程のメンバーが集められ、私もその一員に選ばれました。新事業としてはエレクトロニクス、バイオ、新材料、等いろいろありニュービジネスのマップを作ったのですが、私はただ一人半導体ビジネスに手を挙げました。その当時半導体のことは詳しくなかったのですが、他の新事業に較べて事業規模が遥かに大きく、そのスケールに魅力を感じました。

司会 会社として半導体を手掛けられる下地は何かあったのですか。

田中 私自身は機械屋で物理も電気も得意ではあり



ません。しかも半導体については「半導体をやるといってから勉強し出した」というような状況でした。しかし会社は半導体ビジネスに全く無関係ということでもなく、機械事業部の仕事としてメガテストというテストの輸入販売を手掛けていました。しかしテストは全然売れなくてテストの受託の仕事を引き受けていました。そのメインのお客様がTIでした。そこで神戸製鋼が本格的に半導体ビジネスへ進出するにあたりTIへ話を持ちこんだのです。TIは既に日本にTIジャパンを持っていましたが、半導体事業を拡大するにあたり、過去の半導体不況を教訓に単独でやるリスクを回避する為にパートナーを捜しておりました。そこへ神戸製鋼が手を挙げたので一緒にやることになりました。神戸製鋼としては後工程からの参入を考えていたのですが、TIの意向もあって初めから前工程をやろうということになりました。

計画をスタートしたのが1989年5月で、契約を締結してKTIセミコンダクターという会社を発足させたのは翌年の1990年5月です。会社ができるから西脇市が用意していた土地を購入して造成を始め、建屋が完成するのに約1年、それから装置が入って工場を立ち上げ、実際に製品が出始めたのは1992年5月からです。

司会 土地の造成から始めて最初の製品が出るまで2年間とはすごいスピードですね。

田中 神戸製鋼の研究所で何人かは半導体を経験していましたが、殆どの方が半導体の経験がなかったのです。人材の教育指導から工場の立ち上げまで、TIジャパンの指導とフルサポートを受けて何とか工場を立ち上げることができました。

半導体メーカー時代の思い出

田中 KTIではもともとロジック製品を手掛ける計画でした。DRAMは鉄鋼メーカーでやるにはリスクが大きいと考えていました。しかし最初はある程度ボリュームのあるものが必要なもので、EPROMやSRAMあたりは一応考えていました。ところがその頃TIの日出工場が8インチでDRAMの試作をやっており丁度軌道に乗りかかっていた所でした。そこで「最初はこれでやったらどうか」ということで、DRAMでスタートすることになりました。しかも計画段階では6インチでスタートしようとしたのですが、「今からやるならやはり8インチだ」ということで最初から8インチでスタートしまし



た。当時は8インチの立ち上げの時期で、日立、東芝、NECなどは我々より先に8インチを立ち上げる筈だったのですが、1990年～1992年頃の景気低迷で8インチを先送りしていました。それで工場を立ち上げて気がついたら、本格的な8インチの量産化ではKTIが先頭を切っていました。

司会 田中さんは当時どのような部門を担当されていたのですか。

田中 半導体の経験がなかった私ですが、技術部門をずっと統括するようなことをやっていました。取締役技術部長で品質保証部長も兼ねていました。

会社が立ち上がった頃は半導体の一番よい時期で、1993年にはプラスを出し、1994年には累損を一掃し、1995年には大儲けをする、といった具合に急上昇して、まさに順風満帆の状態でした。ところが1996年になると景気は急降下し、DRAMの価格は多分10分の1くらいに低下したでしょう、一挙に赤字転落してしまいました。1996、97、98年と連続して赤字が続き業績は大幅に悪化しました。

田中 そして1998年にはTIの方針変更してDRAMから撤退することになり、代わってマイクロンが資本参加することになりました。その結果1999年には社名がKTIからKMTセミコンダクターに変更になりました。ところが1999年も半導体不況が続き、神戸製鋼自身が半導体事業に対して嫌気がさしてきました。ご存知の通り2000年には半導体景気が急速に回復し大幅の利益を上げることができましたが、このタイミングを見て神戸製鋼が半導体事業を手離すことになり、2001年に100%マイクロンの子会社になりました。その結果社名もマイクロンジャパンへと変更になりました

司会 鉄鋼メーカーから外資系半導体メーカーへと変わってきたわけですが、企業風土も相当変わっ

たのではないのでしょうか。

田中 やはり一番違うのはスピード感覚みたいなものですね。日本でも重電部門と一緒の半導体メーカーは同様の感じを持たれていると思います。装置は3年もたつと使い物にならなくなるとか、赤字が続いても設備投資をしなければならない、という感覚に鉄鋼部門の人はなかなか馴染めなかった。しかし私は機械部門にいたせいか、余り違和感を感じないで半導体の世界に馴染んだような気がします。

又、TIでもマイクロンでも外資系の会社の人は発想が比較的自由です。会議のやり方なども非常に効率的ですし、曖昧さがなく結論がポンと出てくる。そういうのを目の前に見てこれは良い文化だなと思いました。

これまでの人生を振り返って

司会 これまでの会社人生を振り返ってどのような感想をお持ちですか。

田中 私の会社人生は大体12年毎に大きく変わっています。24歳の時に神戸製鋼に入社し、12年間は機械単体のデザインや開発の仕事をしてきました。36歳から12年間はプラントビジネスが中心になり、世界各地へ行くことができました。アンデスの山の上とか、パプアニューギニアとか、中近東のヨルダンやイラクとか、余り人の行かないローカルな地域を訪れました。世界中で三十数カ国くらい行ったのでしょうか、それも結構楽しかった思い出です。1980年代後半になるとそれまでの我々の顧客市場が急速に狭くなり、新しく半導体を作り出したのは48歳の時からです。

今振り返ってみますと、機械単体の仕事から始めて次にプラントの仕事を作り、更に半導体事業を立ち上げて工場を作りました。それらは私の中にあって一つの物作りの延長線上にあって、段々とスケールを大きくして「自分の作品」を作ってきたという充実感があります。

司会 田中さんの会社人生は非常に順調に進まれたように思いますが。

田中 私は小さい時から絵を描いたり、物を作ったりするのが好きでした。それで仕事として建築をやるか機械をやるか考えましたが、建築関係は常識的な発想を超えた芸術的なことが要求されますので、結局は機械に進むことにしました。マイ

ナーな挫折みたいなものは色々ありましたが、もともとプラントビジネスを志向して会社を選んできましたので、その点では大体希望通りの会社人生を行うことができたのではないかと考えています。

司会 仕事以外にはどのようなことをなされているのですか。

田中 以前は自由な時間が余り取れませんでした。今は時間的にも余裕ができてきましたので、絵を描いたり、木版画をやったり、木彫りをやったりしています。絵は会社の寮の近くでふんだんに咲き乱れる野草を摘んでスケッチする植物画にはまったり、西脇市の絵画教室に通って油絵タッチのアクリル画に興味を覚えたり、去年からは新たに日本画も始めるなど色々なことを試みています。木彫りはもともと女房がやっていたのですが、横で見ているうちに「こんなやつたら俺のほうが上手いな」と思って道具を取り上げてやってみましたら案外上手くいったので、これにも結構はまってしまいました。絵もやるし木彫りもやるというので、その中間的な木版画も面白いかということで、神戸のグループに加わって木版画を始めました。どうもこれが私に一番ぴったりみたいな所があります。

司会 関西に住まわれて如何ですか。

田中 私は小学校の時と大学の時に東京にいましたが、それ以外は関西に住んでいます。小学校の時は東京の杉並にいましたが、その頃はまだ武蔵野の面影が色濃く残っていて、自然が豊かでしたが今はそういう感じではありません。しかし関西は今でも自然が豊かで、食べ物もうまく大変住みやすい所です。ゴルフ場やテニスコートも近くにあり気軽にプレイができます。私は休日にはもっぱらゴルフやテニスをやって楽しんでいます。今は会社の監査役の仕事をするかたわら、SEMIやSSIS等のボランティア的な仕事を行い、その合間に絵を描き、木版画を作り、木彫りをやり、ゴルフやテニス等の屋外スポーツを楽しんでいます。

司会 今は理想的なシニア人生を過ごされているようですね。

本日はいろいろのお話をお聞かせ頂き有難うございました。

(まとめ：内田雅人)

- ▷05年5.2%マイナス予想
- ▷世代交替スピードの鈍化「ムーアの法則」の崩れ
- ▷半導体期待成長率の低下とボラティリティの縮小
- ▷M&Aによる寡占化の流れ

森山 武克 会員 (フェローテック)

1. 「借脳」

名門大阪倶楽部で開催し、幅広い業種の方々94人の参加を得て盛況であった。昨年は講演に先立ち中国ビジネス相談コーナーを設置し山田、松橋両氏の特別セミナーを開催し好評を得た。

6月16日特別シンポジウムでもデジタル情報家電の先行きについて警鐘が鳴らされたが最近5ヶ月で半導体液晶を取り巻く“風景”は変化し始めた。今回の企画ではコンセプトを大きく変えてみた。何人かの人が併列で講演するのではなく、一人の講師の話じっくり聞きその上対談と質疑を行うと云う新しい試みである。

人は皆それぞれの“思考の庭”を持ちその風景の変化を見ている。“借景”をもじって“借脳”を考えてみた。

借脳によって庭の遠景に深みが出ればと思って企画した。約一時間にわたる佐藤さんと筆者との対談、質疑応答を行いエキサイティングで実利のあるセミナーになったと思っている。

2. ハイテク業界の技術革新のスピードの鈍化

(1) 有名なムーアの法則である3年で4倍トランジスタ数(性能、容量)が上がるという法則がくずれきている。

微細化により性能・容量が上がりコスト・パフォーマンスが更に上がって、アプリケーションが拡大して行くという半導体成長のシナリオがくずれてきた。インテルの90nmプレスロットがその良い例である。

(2) DRAMの世代交替も遅れ、図1に示す通り256か



ら512への移行は3年かかっている。
(3) その結果半導体産業のパラダイムシフトが始まっている。産業として高成長と早い技術進歩によって高い期待成長率と高いボラティリティ(Volatility 収益率の変動幅)を維持してきた。

技術の進歩の鈍化により期待成長率が低下し、産業として、低いボラティリティの中に入った。

3. 期待成長率の低下による影響

- (1) 企業、投資家のビヘビアーが慎重になってきた。
- (2) 設備投資比率(対売上高)の低下傾向
- (3) 在庫投資、人員採用により慎重に対処
- (4) 05年にかけての調整局面は大きくない。今後山も低いし谷も浅い。

05年 5.2% 06年4.7% 07年5.6%
(11.7%) (2.6%) (9.7%)

金額ベース、対前年伸び率。カッコ内は製造装置。

4. 米国のマクロ経済

(1) ドイツ証券佐藤氏の立場はセミマクロである。ハイテク業界のマクロ経済に占める比率は年々大きくなり、この“窓”からマクロ経済を見ると良く分かる。

PCは性能を含めてのコスト・パフォーマンスが低下し、本来売れ行きが停滞するはずが03、04年と好調であった。それはブッシュの減税効果と買い換え時期が重なった結果である。

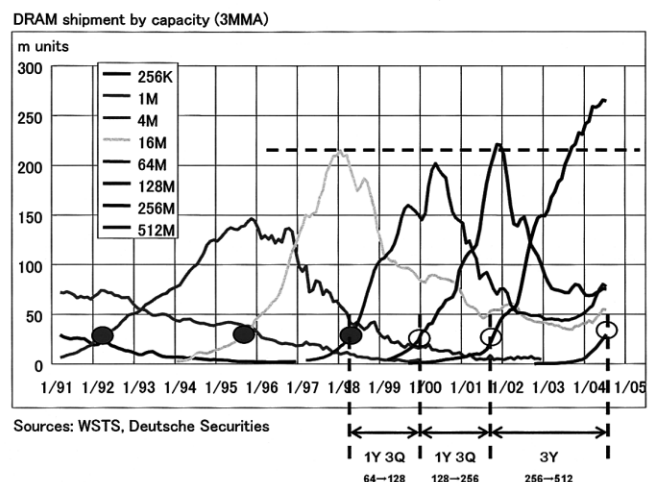


図1 DRAMの世代交代も遅れ



従って05年は買い換えサイクルの長期化等から需要は鈍化すると予想する。4.5%~6.3%程度。

- (2) 米国企業の好調は50%以上がドル安効果であり、特に対ユーロは有利であった。また個人消費は住宅価格の高騰によるリ・ファイナンスが下支えして来た。

住宅バブルもピークアウトし始め、減税効果も終わったので05年は個人消費は大きく期待できない。

一方、企業部門だが未だに稼働率は低水準で生産能力に余裕がある。ハイテク・IT分野で大幅な設備増強投資は期待出来ない。

- (3) 名目成長率と実質成長率

技術革新のスピードの鈍化は、実質成長率を低下させる。ムーアの法則による性能容量の向上により、コンピュータを含むハイテク製品の価格は急速に低下した。これらの価格をデフレーター値として採用し、これを分母として名目値を割って、実質値が出て来る。

従って分母の値が低下しなければ、実質値は大きくなる。

実質成長率が小さくなることは、企業家の心理に大きく作用する。要は05年米国経済は弱いと見ている。

5. 日本電機業界の本質的課題

- (1) 世界半導体59社の平均営業利益率は約20%であるが、日本企業はその半分以下である。従って時価総額が低く、株式交換の手法を使ってM&Aをしかかけられると弱いポジションになる(IBM対富士通10:1)
- (2) 外国資本は日本の企業に高い関心を持っている。今まで分かりにくい不透明な企業がすっきり見えて来はじめた。年金積立不足、株式持合の解消、タブーであった人員削減の実施、事業の分割譲渡(NECのプラズマ部門)等がその例である。総合企業の中の各事業部門を分割して再評価すると大きくそ

の価値が上がるはずであると外国資本は見ている。

日本企業には技術・パテント・ブランドがある。海外メーカー、ファンドは好調を背景に潤沢なフリーキャッシュを持っている。

- (3) しかればその“解”は何か

現在の日本国内市場を対象に多数の企業が消耗戦を展開しているがエルピーダが一つの“解”である。プレーヤーの数を減らすことである。

6. 液晶業界の05年

現在の生産能力は過剰であり、パネルの価格下落は続くであろう。

底打ちするのは過去の経験則からすると推定原価から05年春と推定する。ただし現在の設備増強の計画を全面实施するならば底打ちの時期は06年にまでのびるであろう。従って05年の早い時期に装置のキャンセルが予想される。

7. 05年は株は買いの時期である

前にのべた通り米国のマクロ経済は弱く株式市場も強くない。その影響で日本の株式市場も低調になるがその時が買いの出動の時期である。海外のファンドから続々と日本に資金が流入しつつある。

8. 寡占化がファイナルアンサーか?

世界的にプレーヤーの数を減らして、事業の戦略規模を上げていくことが必要であると佐藤さんは力説された。

日本の国内市場はそこそこ大きく、良質の市場である。これに依拠して事業を展開することは正しいと思う。しかし自動車に見られるごとく、日本市場を抜けて世界市場で明確に地歩を築くことが理想である。

相互に事業補完、提携、スピンオフ等によって戦略を共有する事業展開を世界市場の中で進めて行く中で、結果論的にプレーヤーの数が減少していくことが自然ではないかと思う。

佐藤さんもこのプロセスを前提に力説されたのであろう。

フィリップスとの合併で スタートした松下半導体

河崎達夫 諮問委員



松下電器グループの半導体事業を担ってきたのが松下電子工業(株)である。松下電子は1952年10月松下電器とフィリップスとの合併会社として設立された。当時、松下電器の資本金は5億円、松下電子の資本金はそれを上回る6.6億円であった。創業の当初から松下電子の経営を担った三由清二(1985年死去、当時会長)への弔辞で、松下幸之助は「松下電器の社運を賭したフィリップス社との提携による松下電子を、世界的にも著名な企業に育て上げられた」と述べている。当初の合併契約の品目は照明管と電子管であったが、1956年半導体部が発足、その翌年ゲルマニウムダイオードおよびトランジスタの生産・出荷が始まった。半導体事業経営をそのスタートから担当した藤本一夫は、「1953年、最新鋭の自動製造機械の技術習得に日本から3日間かけてオランダに行き、約半年間滞在、技術習得とともに、両者の間に緊密な連携を実感した」と述べている。松下電子にはフィリップスの技術顧問が常駐し、通常、事業責任者を含め、公用語は英語で、通訳を介さず、交渉、情報交換を行っていた。このように、松下電子には設立当初から国際的な風土が定着していたと言える。

本稿を記すにあたって、SSIS会員で松下半導体OBの6名が集まって、座談会を開いた。個人の狭い経

験と記憶に頼るだけでなく、互いの認識を確認して記録する試みである。写真1後列左から正田、西田、楠田、前列左から延命、河崎、岩佐。1960～70年当時の担当は正田：1954年入社、57年松下電子に移動、プロセス技術、IC工場拡散課を担当。西田千之：1957年入社、松下電子で経理部門担当。岩佐仁雄：1960年入社(院修士)、松下電子研究所でオプトデバイス開発。延命久司：1961年入社(院修士)、松下電子研究所で薄膜技術開発。IC事業部マスクセンターを担当。楠田善治：1960年入社、松下電子半導体で営業技術を担当。河崎達夫：1964年入社(院博士)、松下電子でMOSLSI事業を立ち上げ。ここに集まったSSISメンバーによって、松下の半導体事業創業以来の歩みをたどることができる。

正田が半導体事業部に移動した1957年、松下電子でゲルマトランジスタ、ダイオードの生産が始まった。フィリップスからの技術導入による生産で、フィリップス製の製造機械は高度なものであった。1960年代に入り、シリコン時代が来ると、フィリップスの技術には遅れが目立ち、松下電子研究所にはシリコントランジスタ、パワートランジスタの特性改善、信頼性確立など、事業部からの仕事が増えてきた。岩佐、延命、河崎は同じ高柳研究室に所属し、研究室独自のテーマのほか、これら事業部支援の業



写真1

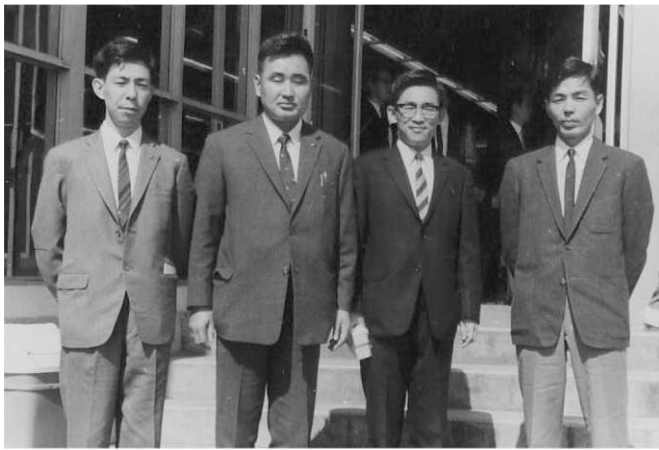


写真2

務に取り組んでいた。なお、SSIS会員の井上森雄、加納剛太、吉村公佐、元会員の吉岡 敏も当時、同じ高柳研究室の所属である。

1967年、バイポーラIC事業部門が発足した。早速、フィリップスのIC技術を修得すべく、半導体事業部と研究所から7名(事業担当の近藤、開発担当の玉井、設計担当の若井・山川、プロセス担当の正田・内田、マスク担当の延命)が5月に出発、フィリップスの半導体の拠点があるナイメーゲン工場に着任した。“7人の侍”と呼ばれた。写真2は出発時のもの。左から、延命、若井、正田、内田。

延命はある日上司から、このIC部門に移り、マスク製作を担当するよう言われた。それまで、半導体マスクとはどういうものか全く知らなかったので戸惑ったが、他に適任者がいないということで説得された。延命は、3ヶ月間滞在し、マスク製作の一連の工程の研修を受け、自ら、マスクを製作し、実務を修得した。延命にとって、現地滞在そのものは快適であったが、帰国後の苦勞が鮮明に記憶に残っている。帰国すると、すでにマスク製作の主要機械が入荷していた。ルビリスカッター、レティクル製作用カメラ、リピータ、などである。問題は、小道具である。フィリップスではすべてが準備されていたが、松下では、ガーゼ、ナイフ、マスク入れケースなど、何も無い。八方手を尽くして探し、医者を使うナイフがよいということでこれを仕入れ、蒲団屋を尋ねいろいろなガーゼから良い品を探し当てたりした。マスクの洗浄には一番苦勞した。

正田は主としてフィリップスのデジタルプロセ

スの修得を担当、6ヶ月間滞在した。正田が記録した“オランダ、フィリップスの印象”から引用する。

「私は1967年5月から11月までの半年間、松下電子から派遣され、集積回路の技術導入と新製品開発のため、オランダのフィリップス社に滞在した。滞在手当てが1日当たり12ドル、ドイツ国境に近いナイメーゲン市で、眼鏡屋さんが経営するペンションで生活した。私の滞在したフィリップス社はその企業経営が大変グローバルで長期的な戦略に支えられているのに感服した。フィリップス社の研究開発部門には、色々な人種がオランダ人に混じって仕事をしていた。ドイツ人、フランス人、オーストリア人、アメリカ人、イギリス人、セーロン人など国際色豊かであった。」「オランダがどうしてかかる高い生活水準を達成したのか、最初不思議でしかたがなかった。ただそのような高い生活水準を、日本式の猛烈といわれる刻苦勉強によって達成したものでないことは事実である。」「私のたどりついた結論は、第一に彼等オランダ人が、その行動基準を徹底的に合理主義、現実主義にしているということである。」「その例として、工場で何か製造上の失敗があったとしようか。その場合の処置として、日本では必ず担当責任者が上役から大きな叱責をくらう。オランダでも責任者が叱責されることに変わりないが、同時に失敗の原因も追究される点が大変違っている。果たして上層部から指示された計画なり目標が適当であったか、業務遂行上スタッフによる横からのサポートが十分であったかなど、もっと多角的な検討が加えられる。いずれにせよ失敗は記録され、調べられ、解決の結果は全体に知らされる。それは人の責任に帰する場合もあるが、より多くは組織とその運営、機械やその作業方法の改善につながっていく。そしてこのように積み上げられた技術的ノーマウはやがて外に売り出される。大阪流にいうと、大変ガメツイやり方だということになる。」

フィリップスに派遣された“7人の侍”が核になって、松下のバイポーラIC事業がスタートした。その後、ラジオ、テレビ、VTRと続く、民生用リニアICの全盛期を迎え、この事業部門が1970年代後半～80年代の松下半導体事業の柱となっていった。

(次号に続く)



地震は自然の不条理な暴虐

- 阪神・淡路大震災から10年 -

森山 武克 会員 (フェローテック)

95年1月17日火曜日5時46分A.M.

「もう一度あんな地震がきたら運よく助かったとしてももう立ち上がる気力も体力もないわね」老妻のつぶやきである。

あれから10年助けていただいた恩人の中でフジキン小川修平さん、東芝の大庭聖統さんと二人も亡くなられた。

しっかりと御恩返しが出来ていないうちにである。自分の余命を思うともどかしく胸が痛む。

記憶は人為的に消去できない。あの恐怖の戦慄を毎日鮮明に追体験すれば日常の生活は出来ない。しかし記憶と体験は引き継がれてこそ人間の生活の発展がある。そのはざままで苦しみながら整理してみた。新潟の中越地震で親友のヒムエレクトロの丸山さんが被災しその支援で10年前の記憶が更に強くよみがえってきた。

初期の救援活動こそが人命と人の心を支える

災害時は時間との競争である。too late、too bigは全く意味がない。

前記丸山社長の話によると2日間は食べ物と水が無く困ったようだ。自衛隊の炊飯と風呂と土木工事を極めて高く評価されていた。

その日に故大庭さんはじめ友人から心にしみる激励の電話と夕方には友人が寿司を下げて来てくれた。茫然自失の中に立ち上がる芽が出て来た。

危機の時は決断の早いオーナー型企业ほど迅速な行動がとれる。フジキンさんには大量の水と食料を頂き横浜の村田電機製作所の村田社長は小型コンロとボンベ30本も持ち込んでくれた。JRの車掌が見つけて阻止したが乗客が皆応援してくれて助かったそうだ。

友人も皆個人の判断であり、組織体より個人の力を痛感した。

国民は災害の時こそ国を意識する

戦争の時に国民が国をはっきりと意識するように災害時は政府を見る。

当時は社会党の村山首相だった、地震発生の初日地の利がある伊丹の自衛隊はただちに動けなかった、警察は救出救援には無力に近く、消防は火事に

全力を集中していた。

中越では火事が発生しなかったが、そこが阪神と異なる。村山首相から一番大切な初期に日本国として万全最大の支援体制をしくぞと云う力強い心をゆさぶり勇気を与える言葉もメッセージもなかった。マスコミ報道について

被災で頭が混乱している人々の上空でヘリコプターの騒音がいまだに耳に残っている。

しかし政府自治体の情報不足をカバーして惨状を報道してくれたと思っている。でもあの地下鉄サリン事件が発生して以来、最も報道が必要な時期に彼等の関心と時間の大半はオウム麻原に移っていた。

リーダーの必要と大切さ

阪神大震災後、自治体・企業で危機管理体制がさげれば“マニュアル”づくりが盛んになった。

いかに日本人得意の精緻なマニュアルを作成しても予測不可能な事態が出てくる。現場で責任をもって果敢に行動するリーダーが絶対に必要である。災害時は反射神経の対応である。この地域リーダーと称すべき人々は養成配置されそのミッション(使命)をいつも意識していてもらう必要がある。

特に住民連帯のくずれた都市に必要であり、自衛隊、消防、警察、企業の経験者やボランティアの中から国・自治体が選任し、日頃から報酬の契約をし実地訓練をすべきである。(米国の州兵)

直下型地震の不幸災厄

地震後は疲労との戦いである。そんな体で風呂を求めて西宮から30分の大阪に出ると別世界である。直下型は数キロで幸、不幸を分ける。被災者はそれを見て更に疲労が増える。

小千谷でも苦闘の復興が始まっている。

故大庭さんから“未長く面倒見るから”とその日に電話があったが、彼も復旧の困難さを想定していたのだろう。

私も“強い父親”たらんとして復旧にがんばったが、そのつけが翌年にきた。その年に転職し丁度一年目の一月に心不全で2ヶ月入院した。緊急事態の時には、全員で同一の目的に向かって努力するが、

全員コンバット・ハイの状態になり一番早い人のペースに合わそうと無理をする。それが時間の経過と共に大きな疲労としてのしかかり病気をまねく。

復旧作業はそれぞれの体力に合わせてマイペースで進めねばならない。

無秩序・不潔に弱い

戦後の混乱の中から復興し、企業でも家庭でも3S（整理、整頓、清潔）になれてきた。

無秩序な状態と不潔を前にすると神経が痛む。生まれた時から水洗になれた若い人は他人の排便の上に排便できず便秘になる。特に日本人のような風呂好きは不利である。特に“朝シャン”のくせのある若い人は大変であった。水不足のためサランラップを茶わんにしいて御飯を食べたがまったくおいしくない。もう一度生き抜く“タフさ”を取り戻すべきである。このタフさだが皆が直接経験により身につけることは出来ない。学校教育の中で、野外訓練を実施すること。それに間接経験として、戦後の生活、天災での被災、避難生活を語り継いでいく“語り部”の機能を軽視してはならない。

ヘリの活用が何故できないのか

地震発生直後時間との競争の中で水食料の支援に自衛隊も民間も自治体も積極的にヘリを活用すべきである。活用されなかったのは日本特有の規制であろうと推察する。鉄道道路が寸断された時に何故使用しなかったのか。ヘリとヘリポートの拡大を提案したい。

避難所にパーテーション

腰の高さ程度の段ボール製かベニヤ板製の組立式のパーテーションが有効と思う。

避難が長引く場合ささやかなプライバシーと自分の区画が明確になると心理的に大いに落ち着く。

地震災害に備えて何が有用か

世の中で一般的になった防災用具ではなく特記すべきことを下記する。

- ・準備にあきないこと、“天災は忘れた頃にやってくる”くせにする。習慣にする。災害グッズの棚卸しを年一回実行する。
- ・家具を低くする。転倒防止をつける。箆筥、本棚等は下に重い物をおきトップヘビーにしない。我が家で立っていたのは本棚のみであった。
- ・持ち出す大事な書類、物は一定の所に置き、家族全員が知っていること。誰が動けなくなるか分からない。

・現金と小銭

現金がないと不安である。ATMは動かない。小銭は公衆電話で有効。携帯電話はすぐにビジーで使用不可になる。

・緊急連絡の電話、メールの選別と整理

パニックの状況を想定しておくこと

・くつ、くつ下、分かりやすく。我が家ではくつ棚も倒れて取り出すことが出来なかった。足を怪我すると逃げる時に大変。

・自転車、バイクは有効。車は走れない。

・水は大切だが重い。一定量準備、トイレにも役に立つ。水タンクと運搬具の常備、旅行用のキャリヤーでも良い。

・簡易ガスコンロとボンベ。

・米は大事、汚い水でも炊ける。

最後に思うこと

・人の幸、不幸の状況に“共感”できる感受性、センシティビティの大切さを痛感した。

多数の友人に助けられたが、それぞれ私の置かれている精神状態、環境をイメージングして品々を工夫して援助いただいた。

今でも忘れられないシチュー、おでん、カレーの味である。丸山さんからは、今は地震で閉鎖されている長岡の雪深い蓬平温泉で慰労された。

・緊急災害時には“以心伝心”は通用しない。思っていることを自分の言葉ではっきり伝えて人をはげまし行動する。

言葉の力は大きい。珠玉の言葉は、生きる力を与え、闘う勇気をめばえさせる。

・個人の住居の復旧に対する天災大国日本の国家としての基本姿勢は“運が悪かった同情する”である。せめて復旧費の半分は無償援助すべきである。

この年はボランティア元年と言われる。茶髪の若い人が活躍した。西宮市では全国に先がけてボランティアの方々に保険をかけた。

そして“地震予知”が一日も早く科学技術として確立されることを祈る。

スマトラ沖地震による大津波での被災状況を見ると人類は団結して自然の猛威に立ち向かわねばならない。

・人生一番苦しい時期に助けていただいた方々は生涯忘れることはできない。少しでも受けた御恩をお返しして死にたいといつも心に念じている。しかし自分の歳を考えると私の代で果たせねば子供に語り継いでいくしかない。

半導体シニア協会（産業タイムス社ならびにセミコンダクターポータル共催）は、10月4日から10月9日までインド・バンガロールとシンガポールのIT、半導体関連団体、企業12か所を視察した。短いスケジュールにも関わらず表1に示した企業、団体を精力的に視察した。視察団への参加者は表2に示すように、半導体シニア協会会員、非会員、証券会社、銀行関係者、新聞記者を含む多様な構成であった。

以下訪問したバンガロールと訪問企業のうち代表的な団体、企業の概要を報告する。

バンガロールはもはやシリコンバレーを上回る ハイテク都市

SSIS視察団が10月6日、St. Marksホテルで開催したイブニング・セッションで、バンガロールのあるカルナカタ州政府でITおよびバイオ技術担当長官を務めるShankaralinge Gowda氏はインドのバンガロール地区は米国のシリコンバレーを追い越し、最多のIT従事者数を誇るハイテク都市になったと述べた。バンガロールは、西側諸国のIT企業に加え、Infosys、Tata Consultancy Services、Wipro Technologiesなど、インドの主要なITアウトソーシング企業の本拠地でもある。現在バンガロールでは、16万人が技術分野の仕事に従事している。そのうちIT関連の業務に就く人が10万人を占めており、残り6万人はビジネスプロセスアウトソーシング（BPO）やコールセンター業務に従事している。Gowda氏は、ITおよびBPO関連のアウトソーシング企業が次々とスタッフを採用していることから、バンガロール地区の技術労働者数は2004年から2005年の間に20万人を上回るだろ

うと述べている。

インドは何故、この10年間でIT大国として生まれ変わることができたのか

10月6日のホテルOberoiでのJETROの久保木一政氏の「インドのソフトウェア産業」についてのバンケット・スピーチと、視察団の通訳をしていただいたMr. A. K. Chawla(NISCIR)の説明から、「インドのソフトウェア産業がこれほどまでに急成長を遂げた理由は一体何であろうか」をまとめてみた。その結論は、「人材」と「情報・通信技術の発達、経済のグローバル化」の二つに集約される。ここでいう「人材」とは、優秀で質の高いエンジニアが豊富に供給されることであり、インドでは数学と科学が知的教養として長年重視されてきたこと、同時に彼らが英語に長けているということである。インドは非常に人口が多いことでよく知られているが、2000年5月には10億を超えた。そのうち、高等教育を受けられるミドルクラスだけでも2億人ほどおり、しかも20代、30代の人口が多い。また、大学で学ぶための経済的負担が比較的軽いのも特徴である。バンガロールのあるカルタナカ州だけでも、77の工科大学があり、毎年3万人前後の学部卒業生が出ているという。そして、「情報・通信技術の発達」がなければ、これほ

表1 バンガロールとシンガポール半導体関連企業視察団日程表

10/4	東京(成田)-(SQ-997)-シンガポール経由-(SQ-430)-バンガロール
10/5	バンガロール半導体関連企業視察 ・ SOFTWARE TECHNOLOGY PARK ・ WIPRO TECHNOLOGY ・ INFORMATION TECHNOLOGY PARK Ltd. ・ DECCANET DESIGNS Ltd. インドITについての講演と政府・企業との懇親会 (St. Marks Hotel) ・ IT Government of Karnataka、・ Broadcom India、・ WIPRO、・ FTD
10/6	バンガロール半導体関連企業視察 ・ FTD TECHNOLOGY ・ SOCRATES ・ TEXAS INSTRUMENTS INDIA ・ FREESCALE SEMICONDUCTOR INDIA ・ PHILIPS SEMICONDUCTORS インドソフトウェア産業講演とバンケット(Hotel Oberoi) ・ JETRO、・ YOKOGAWA
10/7	自由行動、オプション：バンガロール市内観光
10/8	バンガロール-(SQ-429)-シンガポール
10/8	シンガポールEDBと半導体関連企業視察 ・ ECONOMIC DEVELOPMENTAL BOARD ・ OKI TECHNOLOGY CENTER ・ HITACHI NIPPONSTEEL SEMICONDUCTOR
10/9	シンガポール空港-(SQ998)-東京(成田)



インド・バンガロールとシンガポール半導体関連企業視察団一行

表2 インド・バンガロールとシンガポール半導体関連企業視察団参加者

(団長) 金原和夫(日立製作所)	小林永芳(テクノロジー・アライアンス)
(幹事) 川西 剛(TEKコンサルティング)	柗元 宏(凸版印刷)
(幹事) 鎌田晨平(クリーン・イー)	大橋孝治(ルネサス・ソリューションズ)
内山雅博(SMC)	外尾逸美(ルネサス・ソリューションズ)
梅田治彦(コマツ電子金属)	大森栄作(みずほ証券)
加藤俊夫(サクセスインターナショナル)	Cai Shun(みずほ証券)
田中俊行(マイクロンジャパン)	宇佐見剛史(凸版印刷)
中原 紘(足利工業大学)	貴田真二郎(ソニー中村研究所)
野澤滋為(日本DSPグループ)	野村和宏(産業タイムズ社)
星野 清(エ・ビシープランニング)	(添乗員) 味村祥弘(近畿日本T.)

どまでにインドのソフトウェアを輸出することなど不可能であっただろう。インドの持っていた、「人材」というポテンシャル、「情報・通信技術の発達と経済のグローバル化」という外的環境、そこに政府や政策の適切なバックアップなどがマッチして、インドのソフトウェア産業が花開いたといえよう。

インドの優位性は中国と比較してどうであろうか。インドソフトウェア協会(NASSCOM)の年次報告書(Strategic Review 2004)は、ITソフトウェア部門において、中国は当面インドの脅威ではないと以下の通り報告している。【人的資源】インドのIT技術者数は現在210万人で、これに毎年約29万人の英語を話す新卒の上級技術者が増加している。これに対し中国では新卒技術者数は毎年5万人で、しかも英語が不得意のためにオフショア・サービスが拡大していない。【CMM資格】インドではCMMレベル5を取得している企業が現在60社あるのに対して、中国は僅かに2社である。【給与水準】インドと中国の差は給与面でも現れている。インドのIT技術者が年収5,000ドル(約226,000ルピー)で喜んで働くのに対して、中国の技術者の要求は9,600ドル(約407,000ルピー)である。

STP(ソフトウェア・テクノロジー・パーク)

ソフトウェア産業振興のためのさまざまな施策を、いわば象徴的に体现しているのが、ソフトウェア・テクノロジー・パーク(STP)である。インドでは、すでに商務省のイニシアチブで、ムンバイやチェンナイなど全国に輸出加工区が設置されていた。STPは91年6月に、当時のインド政府電子工業局によって発足し、当初はバンガロール、ブネなど7カ所に設置された。2000年1月時点で所管は情報技術省(IT省)に引き継がれて、現時点で全国に39カ所センターが設けられており、6121の企業がSTPとして認定されており、そのうちの30%が外資系企業ある。

STPの目的は、ソフト輸出に必要とされるインフラストラクチャー、とりわけ高速データ通信のネットワークを提供することで、各地のセンターなどに

設置した地上局を通じて、各輸出企業に高速データ通信を提供している。先に触れた輸出加工区と同様に、STPでは生産設備や原材料の輸入にあたっての関税、ライセンス免除のほか、操業開始後一定期間の無税措置が受けられるのは言うまでもない。NASSCOMの発表では、2003年度のソフトウェアの輸出は122億ドル(対前年比27%増)で、仕向け国は米国67.7%、英国14%、日本4%となっている。

International Technology Park Ltd(ITPL)

カルタナカ州はすでに80年代の前半に、バンガロールにエレクトロニック・シティという工業団地を造成し、インドのソフトウェア企業に、敷地や水道、通信設備を供給してきた。このカルタナカ州が、IT産業育成策のモニュメントとして誇るのが、バンガロール郊外の荒野に忽然と姿を見せる巨大なインターナショナル・テクノロジー・パークだ。このテクノロジーパークは、カルタナカ州とシンガポールのディベロップ社、さらにインドのタタ財閥が出資して、バンガロール郊外の荒野に68エーカーもの大規模IT産業集積団地、ITPLを造成、1998年から1999年に4ビルディングが建てられ来年には5ビルディングになる。すでに世界中から91社(うち日本企業は5社)が入居し、3800人が働いている。インドでは必ずしも通信、電気などのインフラが整備されていないため、このITPは独自の通信施設と自家発電装置を持ち、24時間サービスで各企業の活動をサポートしている。

WIPRO Technology

WIPROはプロダクト・エンジニアリング・サービスとデザイン・サービスを事業の柱とした売上12億ドル、従業員は30,000人のソフトウェア開発会社である。セット・トップ・ボックス(STB)、携帯電話、デジタルTVなどが得意分野で、商品コンセプトからシリコンデザイン、システムデザインまで全てをカバーできる。

おわりに

インド・バンガロールとシンガポールのIT、半導体関連企業を訪問して現地での現状を視察できたことはSSISの会員および今回の訪問団に参加した非会員にとって意義深い経験であった。現地での訪問先選定、スケジュール等のコーディネートに多大のご協力を頂いたFTD社Bala氏(SSIS会員)に深甚な謝意を表したい。なお紙面の都合でかなりの訪問先の概要を省略したことをお断りしたい。

(報告書の詳細はweb <http://www.clean-e.jp/ssis-report-6.pdf> でご覧になれます。)



—— 2005年度 SSIS 行事予定 ——

月	行事予定
1月	諮問委員会、年次総会(特別講演併催)
2月	研修会(東京)、JASVA共催セミナー(福岡)
3月	
4月	研修会(東京)
5月	半導体工場見学会(国内)
6月	特別シンポジウム(大阪)
7月	諮問委員会、賛助会員連絡会、特別講演会
8月	研修会(東京)
9月	
10月	半導体工場見学会(海外)、研修会(東京)
11月	特別セミナー(大阪)
12月	研修会(東京)

本予定は開催にあたり前後することがございます。

新会員の一言

堀田 慎吉 会員 (株)ルネサステクノロジ)

半導体の設計と営業技術の経験を長く積んでいます。シニア協会では業界の方との交流を通して知識の幅を広げたいと考えています。

喜田 祐三 会員 (株)日立ハイテクノロジーズ)

日本の半導体技術が再び世界をリードする日がやがて来るだろう。私はその日をSSISメンバーとして迎えることを楽しみにしている。

川淵 勝弘 会員 (京セミ株)

今回の協会入会と期を同じくして、光エレクトロニクスのビジネスに従事することになりました。よろしく願い申し上げます。

村上 宏 会員 (カナン精機株)

この度入会させていただきました事を大変喜ばしく思います旧知の方々と共に勉強させて頂くことを有り難く思っております。

初鹿野 凱一 会員 (フォームファクター株)

片野新事務局長のお奨めもあり入会。そうそうたる日本の半導体業界のシニアの方々お名前を拝見し懐かしく思います。よろしく。

新入会員 (2004.10 ~ 2004.11)

個人会員

- 堀田 慎吉 会員 (株)ルネサステクノロジ
- 水野 真人 会員 ソナック株)
- 喜田 祐三 会員 (株)日立ハイテクノロジーズ
- 川淵 勝弘 会員 京セミ株)
- 久保 征治 会員 (株)アイ・ピー・ピー
- 米山 貞夫 会員
- 村上 宏 会員 カナン精機株)
- 小切間 正彦 会員 (株)日立超LSIシステムズ
- 泉 豊禄 会員 ハクスイテック株)
- 渡辺 正幸 会員
- 初鹿野 凱一 会員 フォームファクター株)

(入会順)

会員訃報

以下に挙げる本会会員の訃報に接しました。会員各位にお伝えするとともに謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

川本 昇 会員 2004年10月6日 享年62歳

会員現況 (11月21日現在)

個人262名、賛助39団体

SSISでは会員を募集中です。協会は求人・求職サポートや研修会等、活動内容の充実を図っています。

各会員の方は沢山のお仲間に協会をご紹介下さい。連絡先等を事務局までご一報いただければ資料をお送りします。

SSIS News Letter "ENCORE" No.38

発行日: 2005年1月21日

発行者: SSIS 半導体シニア協会

会長 川西 剛

本号担当編集委員 内田 雅人

〒160-0022 東京都新宿区新宿5-14-3

有恒ビル4F

TEL: 03-5366-2488, FAX: 03-5366-2487

URL http://www.ssis.gr.jp

E-mail: ssis@blue.ocn.ne.jp