

# 半導体シニア協会ニューズレター

発刊年月 1999年10月  
発刊部数 1,500部  
発刊 S S I S半導体シニア協会

No.10



半導体エンジニアリング株式会社 前社長 東 忠男

長く続いた暑い夏も終わり、朝夕は心地よい涼しさを感じられるようになりました。また日本経済も政府の積極的な経済政策による効果が見られるようになり、少しずつではありますが、行く手に希望を抱かせるようになってまいりました。もちろん雇用問題など多くの課題が山積しており、本格的な日本再生には長く厳しい道が残されております。

半導体業界に関しましても少しずつ改善の兆しが見えてきております。一時のパニック状態を抜け出し、業界関係者の心労も少しは和らいできたのではないのでしょうか。

シリコンサイクルは、過去何度となく繰り返し経験してきたとはいえ、業績が悪化すると周りの人々から諸悪の根源として冷たい目で見られ、当事者の必死の努力にも拘らず、長い間好結果が見られず、沈んだ日々を送ることになります。そのような時期には、半導体業界に身を置いている人々は、自分が大変不運で、周りの人がうらやましく感じるかもしれません。しかし、産業の歴史が始まって以来、半導体産業ほど長期に亘って発展し、今後も拡大発展すると期待されている産業をみつけることはできません。別の見方をすると、大変重要な産業であるため、多くの人々が参加し、血の滲むような努力をしないと、敗北し消え去って

く運命が待っていると思います。この緊張した環境が、急速な技術革新と産業規模の拡大をもたらし、更に新規参入機会をも大きくするものと考えられます。

日本の半導体産業の歴史を振り返ってみますと、当初は、社内のシステム、端末機器の重要部品として商品の開発および製造投資を他部門の支援を得て発展成長してきました。また、日本の重要産業としての位置付けから政府関係機関からの支援の基に護送船団方式によって成長してきました。特に、技術開発に関しては、コンピュータとともに社内外の強力な支援を受け、技術力の強化が図られてきました。更にコンピュータ、通信関連機器およびコンシューマ商品からの厳しい性能、コスト要請に応えるべく、日々努力した結果、1980年ごろには量産技術において、米国をも凌ぐレベルになりました。この時期は、米国に追いつき追い越そうという明確な目標に向かって日本メーカーが懸命に努力しました。しかし乍ら、その後明確な目標を失った日本がもたもたしている間に、マーケティング、設計力、製造装置の開発等において、再び米国に追い越され、製造コストにおいては、韓国、台湾等の強力なライバルが出現してきました。

その結果、日本は、米国、東南アジア勢に挟み撃ちされることになり、苦戦を強いられるようになりました。

この間、需要構造が大きく変化し、メインフレームからパソコン、ゲームマシン、携帯端末へと移



東 忠男 協会諮問委員

## CONTENTS

・巻頭言	1頁
・No Side (坂本 雄三郎 会員)	2頁
・News最先端 (7月度、8/9月度研修会)	7頁
・ハーブの香 (川崎 芳孝 会員)	15頁
・私の趣味 (柏木 正弘 会員)	17頁
・観測気球 (ITS技術)	18頁
・みみずの戯言	20頁

っていきました。また事業推進のKEYが「HOW TO MAKE」から「WHAT TO MAKE」へと変化し、またハードウェア、ソフトウェア、信号処理技術、通信方式技術など、多種多様な技術の総合力が必要となりました。その結果、多くの異なった専門分野の最先端技術を持った技術者による共同開発が、競争力のある商品開発に不可欠となりました。したがって、巨大な総合メーカーといえども、自社内の技術者のみで競争力のある商品をタイムリーに市場に提供する事が大変難しくなりました。製造投資の巨大化と併せて、今後、厳しい競争に勝ち抜いて成功するためには、会社や国の枠を超えた水平・垂直分業やアライアンスが重要となります。残念ながら日本の会社および技術者は米国はもちろんのこと台湾等東南アジアと比較しても、国際的なチームワークにより新商品開発をすることに優れているとはいえません。自社内でチームを組んで開発を進めるか、他社と組んで行くかの判断基準としては、「どうすれば、最も早く競争力のある商品を市場に出せるか」だと思います。戦略を考え、計画立案したとしても、上記のような協力関係が容易に実行できる企業風土がなければ、実行段階で大きな障害となり世界の中で勝ち抜いて成功する事は困難であると思います。このような企業風土を作り上げていくには経営者および担当技術者の思い切った発想の転換と努力をもってしてもかなりの時間が必要と思いますが早急に実現しなければならない重要な課題だと思います

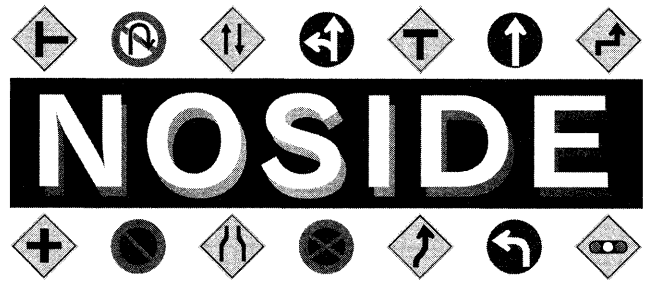
日本の半導体産業の再生には担当している人々の努力はもちろんのこと、周りの人々の支援協力が不可欠であります。今後のデジタルエコノミーのハードウェアでは、半導体産業が最も重要であることは衆目の一致するところであります。関係する皆様の努力と周りの人々の支援協力により一日でも早く世界をリードする半導体企業集団になることを心から念願しております。

## 会員現況 (10月25日現在)

個人192名、賛助43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。

おかげさまで個人会員190名を突破しましたが、運営委員会ならびに事務局では、200名以上を擁して新しい年を迎えたいものと希望しております。10月～12月入会の個人は当年度会費免除となっております(ただし翌年以降分は通常通り)。沢山のお仲間にご紹介下さい。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。



## 「生涯一生産技術者」のみち

坂本 雄三郎 会員 (坂本技術士事務所)

山根 (以下Y) 今日は、お忙しいところをおいでいただきまして有難うございます。

坂本 (以下S) ノーサイドというのは、敵味方一緒に裸になって風呂に入れというわけですね。(笑)

岡田 (以下O) 本音でお話しいただければ幸いです。SSISの中にもいろいろな方がいらっしゃるのですが、坂本さんが今までの会社勤めを辞めて技術士事務所を開設されまして、いよいよ独立して自由奔放にやろうというご決意をされましたので、その辺りのいきさつや今後の抱負などを伺って、会員の皆さんに少しでも何かご参考になることを聞き出せればと思っています。

### 組立装置自動化へのチャレンジ

S) 私は大学で精密工学を専攻して、1959年に日立製作所に入社しました。

やはり精密なことが好きで、工作機械をやりたいと思って入ったんです。当時日立の川崎工場、フライス盤とかMCフライスとか、トランスファーマシンとかいろいろやっていたんです。そこで働きたかったのです。今は日立精工という会社になっていますが...

ところが、配属発表はトランジスター研究所でした。まだ武蔵工場になる前に一時期「トラ研」と言っていた頃です。そこは女の子ばかりいたんです。それで、配属発表の日は、「トランジスター研究所」と言われるとみんなわーっと大笑いしまして、私もやけ酒をかぶってから赴任したという感じです。

そういう志望だったものですから、生産技術に配属していただきました。ただ、一番最初の配属は自工具設計係。

Y) 一番地味な。

S) そうです。そのうちゲルマニウムトランジスタからシリコントランジスタに移行したわけですが、特に組立の自動化をしないとどうしようもないという話が起って来ました。たまたま副社長がやってき

まして、「やれ」という話があったものですから、まだキャントランジスタの時代だったのですが、自動化にチャレンジしたんです。ちょうどIBM社の、光でスキャンニングして位置認識して自動ワイヤーボンダする自動化の構想がエレクトロニクスなんかにかちんと載ったんです。

- O) キャンタイプのトランジスタ組立を自動化してやろうとしたんですか。  
S) はい、一応かたちは出来ました。これがその写真(写真1)です。これは多分世界でも初めてのものです。

しかし実用化にまでは行きませんでした。失敗の原因は、自動化困難な構造そのままやった事と、位置検出の確実度が上がらなかった事です。しかしこの時出願したチップコーティングの特許が、基本特許となりました。また自動機械の精度設計方法も確立しましたので、結果的に「失敗に成功した！」と考えております。

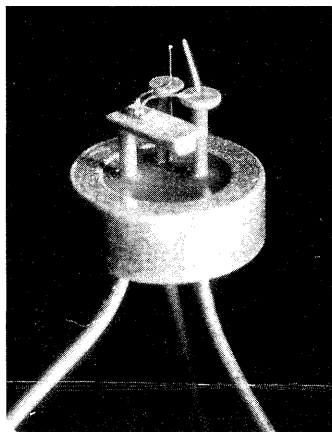


写真1

世界初? 自動組立トランジスタ

(1965年)

キャン・タイプ: コールドシールと言ってこれを金属キャップに圧入して気密封止とした

- Y) 発明する前には皆さん沢山失敗して、いい発明ができると思いますから。

### 二度目のトライで成功、製造現場へ

- S) これを終わったあとで一旦チームを解散するんですが、そのあとでもう一回チームを組むんです。それで、結局10年がかりで完成させるわけですが、それでも世界で一番早かったんです。

実はこの1回目のチーム解散後に、技術導入先のRCA社調査のために1年間米国に長期滞在しました。この間いろんな勉強もさせて頂きましたが、IBM社のフィッシュキル工場見学もその一つです。当時の360コンピュータ用の論理素子をちょうどMCMのような形でセラミック基盤の上に組み立てていました。能動素子はトランジスタで、ソルダーボール方式でした。ともかく息も止まる程の見事な自動化ラインでした。

これをやるためにニューヨーク州の機械系のエンジニアを総動員したと言われるぐらいに猛烈にやっただけです。すごい努力の跡を見せてもらって、

「アメリカでもこれだけ努力を重ねてやっているんだ」ということが分かりました。

それから日本へ帰ってきて、高崎工場に転勤しました。そうしたら、当時阿部さんという名物工場長がおりまして、最初に工場長室にあいさつに行って「着任しました」と言ったら「ちょっと座れ」と言われて、「おまえはとにかく自動ボンダーをやらなければボーナスはやらない」と、最初から脅かされてまして(笑)、「では、もう一回やろう」ということで、2回目のチャレンジをしたのです。

この2回目での成功の鍵は、リードフレームを用いたレジンモールド型で、徹底して部品の自動化適合設計をしたことと、部分パターン・マッチングという確実度の高い位置検出方法が完成(日立中研)したことです。ポイント・スキャンに比べて特定パターンのノイズを拾う確率は大幅に少ないと言うのがその基本原理です。またボンディング技術自体も、すこし大き目のパターンのものは検出無しの機械精度だけで自動ボンディング出来るまでに追いこみました。その時は全部カム式でやったものですから、位置検出器付きの自動ボンダーでも第一ボンディング位置の位置合わせ以降のボンディング操作は全部カム(アナログ)でやりました。ちょうどハイビジョンとデジタル方式の関係のようなもので、その後パルスモーターのデジタル方式となって、日本発の世界標準となりました。ボンダーそのものの開発は日本が一番早かったですね。日本が世界に誇れるひとつの技術です。

- O) ワイヤーボンダーは、その後ずっと半導体デバイスメーカーで内製されましたよね。

S) はい、そうです。

Y) 自動組立装置が半導体デバイスメーカーのひとつのキー・テクノロジーだったので、各社とも内製しました。今はどうでしょうか?

S) 今は全部内製やめています。専門メーカーが開発設計生産をしています。

Y) 坂本さんは世界で初めて半導体の自動組立装置を開発し、実用化して半導体の進展に大きく寄与されました。その時だれもやっていないけれども、必要であったから。一生懸命やって、お金も人もつぎ込んで、儲かったかどうかは別にしても。そうやって技術はやがてある専門に移って行って、そこではそのビジネスできちんと企業として発展し利益を上げていっているわけです。だから大企業は、大量の人・モノ・金をつぎ込んで次世代の技術を切り拓くという責任があるんですね。伺ってそんな感じがします。

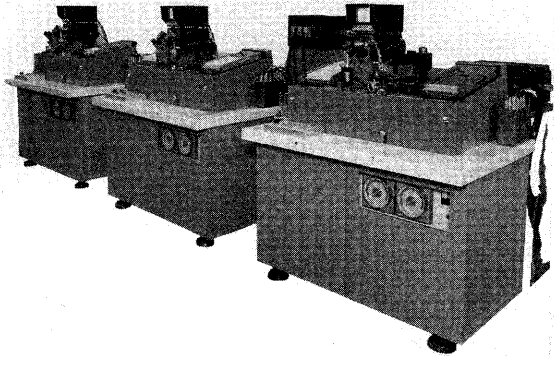
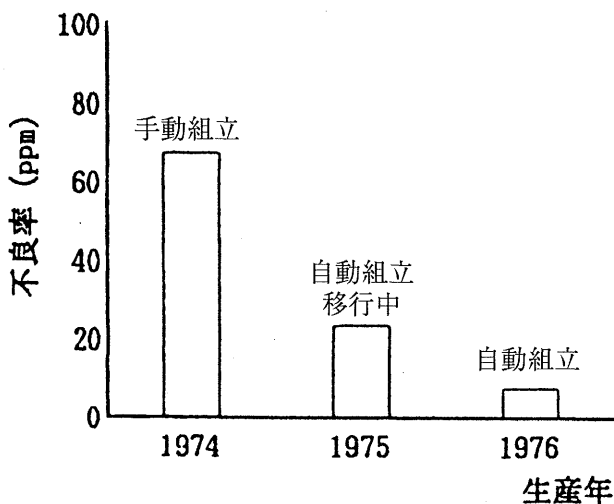


写真2

完成したAWE (全自動ボンダ)

- S) 面白いことに、我々ができたというニュースを流すと、瞬間に各社でもできたのです。最初は逆立ちしてもできなかつたんです。ところが、できたというニュースが伝わっただけで、技術内容は伝わらなくてもできてしまうという不思議なことがあります。
- O) それはありますね。
- S) これが一番最初に造った自動機の写真(写真2)です。けっこう格好良くまとまっていると思います。これをズラッと並べて、コンピュータ1台で100台ほどつなげて一群制御でやったんです。その結果、トランジスタを組み立てていた多くの女の子は、工場からいなくなりました。工場は女の子の管理から機械の管理になりました。すると「おまえがこの自動機を開発したんだから、今度は製造をやれ」というわけで、製造部長にぼんとやられてしまったんです。



グラフ1

セットメーカー製造ラインで発見された不良率推移

- Y) 上長の発言は理にかなっていませんね。
- S) それから製造を8年位やりました。製造部長時代に、トランジスタの生産に自動組立装置を使うと、グラフ1のように不良率が激減するという論文をECC (Electronic Components Conference) に発表しました。それまではトランジスタの不良率は%で表示していたのですが、私がPPM (Parts per Million) で不良率を管理した数値を発表したのです。これは品質管理のデータをそのまま使っただけなのですが、センセーションを引き起こしました。日本の半導体はPPM管理をしており、日本の半導体の品質は世界一であると言われるようになりました。
- O) それは画期的な話ですね。知りませんでした。
- S) タイプライターも十分にない地方工場で、この論文を書くのに苦労しました。書きなおしはパッチワークです。家内が助けてくれました。

### 我が原点

- Y) 坂本さんは半導体の自動組立装置のパイオニアであり、その結果半導体のPPM管理を可能にしたパイオニアでもあるのですね。素晴らしい。
- S) 工作機械の替りに自動機械をやった訳ですが、私の原点は生産技術です。少しかっこよく言えば「生涯一生産技術者」と思っています。これにはルーツがありまして、工場に講演に来られた阪神タイガースの野村監督に頂いたサインがこれです(「生涯一捕手」のサイン入りの本)。彼が「生涯一捕手」なら、「よし、俺は生涯一生産技術者だ」となりました。
- O) そうですか。こういうのは、人間の人生にひとつの生き方を与えるんですね。
- S) ですから、今は阪神タイガースのファンになってしまったんですけど、最近調子が悪くて。(笑)
- Y) 坂本さんは4月に技術士事務所を開設されましたね。今後の坂本さんのホープとかプランについて伺いたいのですが...
- S) 何か仕事を続けたい、しかし宮仕えはしたくない。独立して自分でやれば、マイペースで年齢を気にする必要もなく、体力と意志の続くかぎりやれる可能性があります。そんな理由で技術士事務所を開設しました。
- 私の場合、もう一つの理由がありました。日立さんから派遣されて館山の日鉄セミコンにお世話になっていた時、クリスチャンの仲間と新しい伝道所の発足に参加した事です。教会に通える限界が木更津で、木更津で出来る仕事は技術士事務所と言うわけです。
- でも結果的には、木更津は非常に便利な場所だと分か



坂本雄三郎 会員

ところで、坂本さんの計画書を拝見しますと、「やりたいこと、できること」が沢山ありますね。

- S) 自分のできることをまとめています。本格的なPRはこれからですが、講演は何度かさせていただきました。

### これから手がけたい三つのこと

私は、今のところ三つの仕事を考えています。ひとつは講演活動です。二つ目はコンサルティング、中でもTPM (Total Productive Maintenance)、三つ目はドキュメントの作成です。講演と言うのは、私を知って頂くPR活動と思っています。ある程度定常的なコンサルティングとしてはTPMを考えています。特に自動機械の開発・設計に携わった経験と現場経験を活かして、半導体製造装置メーカーのTPMに意欲を燃やしています。経験上、新しい製造装置は欠陥の山ですが、基本的には源流・装置メーカーで押さえ込むのがベストです。その為に企画、開発、設計、製作、納入・立上の各段階のフィードバックを組織的にスピーディにやる必要があります。結果として、ユーザーでの「垂直立上・スループット向上」とメーカーでのサービスコストの低減につながります。QCは結果を重視しますが、TPMではあくまでも「現場が変わる、人が変わる」ことを目指しています。

- Y) 日本プラントメンテナンス協会という団体がありますね。

- S) はい、JIPMはTPMの国際的な総本山です。私はJIPMの研修も受講させて頂いておりますが、現在はそこと協力関係にあるダイモス・コンサルティングに所属しています。

ただ、TPMをやるというのは費用もかかりますし、相当トップが決心しないと行けない。ですから、なかなかすぐにクライアントが見つからないものです。時間をかけて、講演活動等を展開しながらそういう気運の盛り上がるのを待っているのです。

りました。アクアライン経由で1時間で東京駅に着くバスもありますし、羽田空港には家から25分で行ってしまうのです。成田空港も1時間半みれば十分です。

- O) 割合、どこへ行くにしてもアクセスがいいんですね。

- O) 相当啓蒙しなくてはいけないところがあるわけですね。それがキーですね。「なるほどそうか」と思い込ませる、事実そうでしょうけれども、そういう認識が必要ですね。

- S) その認識がけっこう難しいのです。

- Y) 今度SIPECができましたから、そことタイアップして、SIPECがTPMの講演会などを催して、ビジネス開発してほしいですね。

- S) SIPECに期待しています。

### 「ドキュメント化」とは...

- Y) それからもうひとつ、「やりたいこと」の中に「ドキュメント化」というのがありますが...

- S) はい。ここに私が製造部門にいた時代に書いた「日立にみる 半導体工場の現場経営」(日刊工業新聞社刊)があります。

- O) よく現場にいらっしやってお書きになりましたね。実は、この対談があるということで急いで買って拝読したのですが、私は先ほどここここはできても体系化は弱いと言ったのは、これを読んでそう思ったんです。よくこれだけ体系化して書いたなとびっくりしました。

- S) 私は生産技術に携わりまた製造に関わりましたので、後輩たちのために何か残そうということでまとめたのです。たまたま日刊工業新聞社とご縁があり「ちょうどいい」という話になりまして、それで出版していただいたのです。しかしこれは基本的には社内の後輩のために書いたものです。

- O) これだけ体系化して書くというのはなかなかできないです。

- S) ドキュメント化というのは非常に大切だと思います。現在の若いエンジニアは、先輩が苦勞してつくり上げた技術を学ぶ機会もなく、現時点の問題に取り組むことが多いようです。過去の先輩が残した良いところを学ばずに仕事をするものですから、「えっ!? こんな基礎的なことも知らないで!」ということが良くあります。これは社会にとっても大きな損失です。

技術や経験を文章に残して後輩に伝承してゆくということは、本当に大切なことです。「ドキュメント化」はペーパーワークですが、それが体系化にもつながるのです。

米国の某企業に参りましたらポスターが貼ってありました。女の子が、その、トイレに腰かけていますね、「ペーパーワークが終わるまでは終わらない」

- Y, O) うまい! (笑)



資料を示してのお話にて、聞き手も思わず身をのり出す。

- S) 実はもう一つ、ぜひ書きたいことがあります。私の体験した半導体の生産技術史のような内容ですが、こんなものが出来たという歴史的な事実の他に、考え方やコンセプトを記したいと思っています。また出来ればその背後にいる「人間」まで踏み込んで書き残せればと考えているところです。

Y) それは良いことですね。

### 心の支え

- S) 私自身の今までを見ますと、確かに挫折する機会はものすごくあったんです。会社の中でいいこともあれば、照る日曇る日で、曇る日もいっぱいあったわけですが、でも、基本的には懲りないで、私はコンスタントにいろんなことをやってきたつもりです。それが何かというと、キリスト教という心の支えがあったからではなかろうかと思っています。

O) 信仰に心の支えというのは、確かにありますね。

- S) 挫折というのは、基本的にはエゴだと思っています。自分が判断の基準だから、「これ以上、やってられない!」と言えます。神様や仏様の前ではそんなことは言えません。この「自分教」を追っかけてゆくと、「援助交際」まで行きます。欲しいお金を頂いて、相手の人も満足している。誰にも迷惑をかけていない。なぜ悪いのだと開き直られて、答えに窮する大人が多いと聞きます。自分自身も「自分教」だからです。多分そういう問題が日本全体の中にあるのです。仏教や儒教には、しっかりした考えがあったと思うのですが、その影響が段々と消えてきて、今やナッシングという...

Y) 文明がいかに進んでも、人間の人間らしさを保ち続けるためには、信仰を含めて、心や精神の拠り所になるものを身に持つということが大切なのですね。

S) そういうことなのでしょうね。

Y) さて、最後に坂本さんの希望の話聞いておかな

いといけません。今までのいきさつを伺って、どういうふうにおやりになる予定ですか。

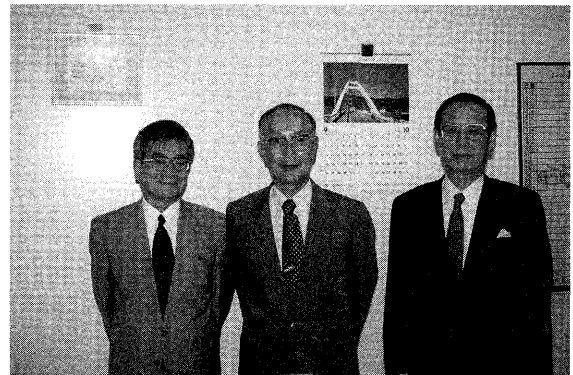
S) ひとつは講演を中心として展開します。あとはTPMの中でも、製造装置産業の新しいTPMにチャレンジしたいと考えています、あとは今までの経験をドキュメントにしようということです。これは原稿を書かなければいけませんので、考えてみると結構忙しくて、時間がなくてやりたいことができないような感じになります。ここ1年位は仕方ないですから、スキューバ・ダイビングの学校へ行くというプランのも先に延ばそうと思っています。

Y) 坂本さんというベテランが仕事に希望を持ってやっておられるのですら、SIPECなんかができたら、坂本さんのような方と一緒に仕事ができるように仕掛けることも大切ですね。シニアのために。

S) 私はSIPECにはができたのを最も喜んでいる一人かも知れません。大いに期待をしていますね。

Y) SIPECに営業活動のお願いをしましょう。(笑)

O, Y) 今日は長時間有難うございました。



対談をおえて (9月16日 事務局にて)

坂本会員 (中央)、岡田 (左)、山根 (右) の編集委員



## 7月度研修会報告

### 「カオスと複雑系」

講師：上田 皖亮 氏(京都大学教授)

7月28日(水) 大阪・システムLSI技術学院にて

「複雑系を超えて」という本が今年2月に出版された。著者は上田皖亮氏、西村和雄氏、稲垣耕作氏である。本の帯に、「カオスは日本人が発見した」とある。「複雑系」、「カオス」という話題の言葉の奥を覗こうと、森山さんと相談して、京都大学 上田教授に研修会の講師をお願いし、快諾を得て7月28日(水)に開催となった。

まずは、上田教授の講演から、カオスの本質を述べられた点を紹介し、若干のコメントを加えたい。

「今日は、カオス現象がどういうものかというイメージをつかんでいただければと思う」と上田教授は話を始めた。ここでいうカオスとは、混沌を意味する言葉ではなく、科学的な研究の結果明らかにされた、新たな自然現象に対して名付けられた術語である。

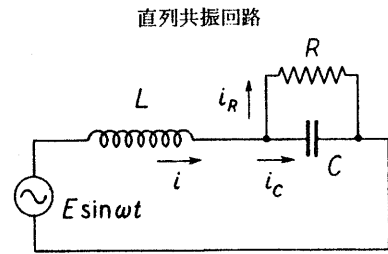
自然現象の認識は、振動現象に限っていうと、確定系と確率系に分けられる。確定系では確定的な振動現象が生じ、確定現象と呼ばれ、確率系では不規則な振動現象が生じ、確率現象として知られている。

#### 振動現象

確定系-----確定(秩序)振動----- 確定現象  
 確率系-----不規則振動----- 確率現象

確定系は、ものがごとく変化していく規則を数式で表わしたとき、ランダムなパラメータが含まれていない数式で表現され、初期条件を決めると、それ以降の変化がきっちり決まってしまう系である。確率系は、ノイズを表わすようなランダムパラメータを用いた数式で表現される。ここでは不規則振動が生じる。確定現象を議論するのと、不規則現象を議論するのでは、世界はまったく違うのである。

まったく違う、乖離概念、と信じられてきたような世界において、実は、確定系に生じる不規則現象が存



微分方程式 (変数は正規化されている)

$$\dot{x} = y, \quad \dot{y} = -ky - x + B \cos \omega t$$

定常状態を表す周期解曲線

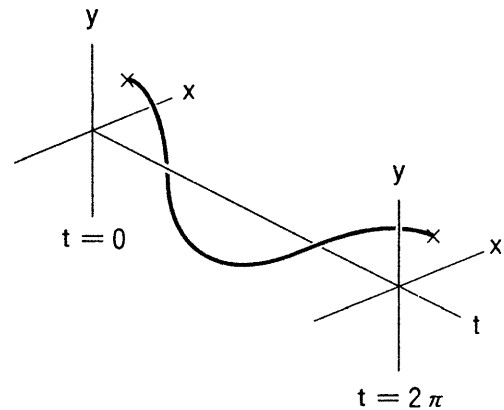


図1a

在することが判明した。これがカオス現象であるといわれている現象である。

#### 振動現象

確定系----- { 確定(秩序)振動 ----- 確定現象  
 { カオス振動 }  
 確率系----- 不規則振動 ----- 確率現象

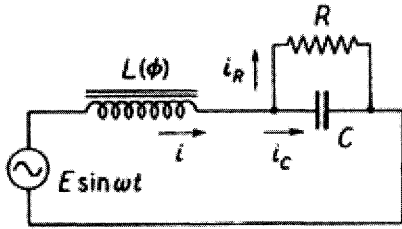
電気の共振回路の動作は線形微分方程式で表される。この回路の動作は、電源投入後十分時間が経過すると、定常状態となり(漸近安定性を持つ)、典型的な確定現象である(図1a)。この回路の、コイルに可飽和鉄心を用いると(図1b)、非線形回路になる。この回路を表す非線型微分方程式のパラメータ  $k$ 、 $B$ の値によっては、振動現象は周期解が漸近安定性を持たず、周期毎に別の軌跡をとり、不規則現象すなわちカオス現象となる。

#### カオス現象とは

非線型の確定系に生起する

不規則な  
 再現性のない  
 予測不可能な } 振動現象

可飽和リアクトルを含む直列共振回路



ダuffiング方程式 (変数は正規化されている)

$$\dot{x} = y, \quad \dot{y} = -ky - x^3 + B \cos t$$

カオス振動が生じている場合の解の束

(パラメーターが  $k=0.1, B=12.0$  の場合)

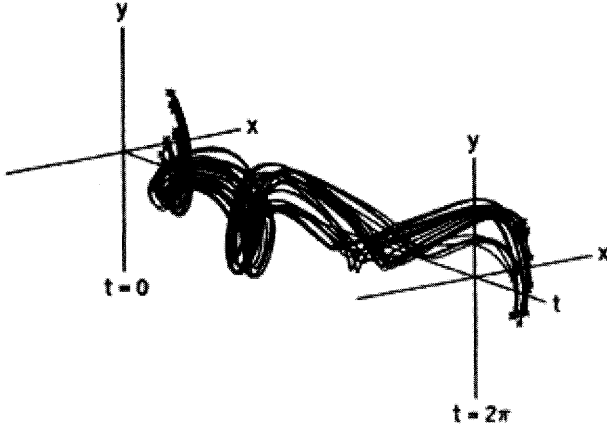


図1b

カオス現象はどのようなものかを説明する。図1bは定常状態を表す解の曲線を1周期分だけ書いたものだが、無限個の周期解が寄り集まって束になって、これがひとつの定常状態を表す。解の束が漸近安定性を持つ。しかもそのひとつずつの周期解を取り出してみるとこれはどれを取っても不安定である。漸近安定性を持っていない。振動波形に再現性はない。

カオス状態とは系の状態を表す動作点が、解の束の中の周期解の上には短時間しかとどまらずに、その周期解からは脱線して、束の中の無数の周期解相互間を永遠に遷移し続けている状態である。これを不規則遷移現象と名づけた。短時間の挙動は予測可能であるが、長時間の予測は不可能である。不可能といっても、解の束から逃げていくことはない。解の束はアトラクターと呼ばれる。

この図(図2)は、解の束を時間 0あるいは $2\pi$ で切った断面で、ストレンジアトラクタと言われる。その性質は、初期値鋭敏依存性、推移性、フラクタル性をもつ。ストレンジアトラクタ上の任意の2点を初期値とすると、2本の解曲線は時間の経過につれて指数関数的に離れていく。これを初期値鋭敏依存性と呼ぶ。一方、解の束の任意の点の近傍に、いくら狭くても、着目して待つと、必ずその点に解曲線がやってくるのが

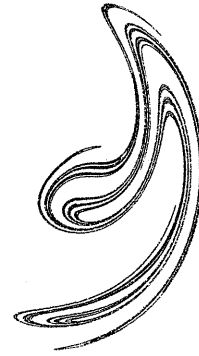


図2 カオス(ストレンジ)アトラクタ

(図1bに示した解の束の $t=0$ あるいは $2\pi$ における切断面)

推移性である。さらに、アトラクタの一部を切り出して拡大しても、同じ構造が現れる。同じ自己相似構造というものが無限に現れ来る。フラクタル構造をしているという。

電気回路が確定現象からカオス現象に移る過程も説明された。周期60ヘルツの確定領域からパラメータを変えていくと、30ヘルツの成分がわずかに入り、 $4\pi$ 周期の解が入る。さらにパラメータを変えると $4\pi$ から $8\pi$ 周期、さらに、 $16\pi$ 、 $32\pi$ と現れカオス状態に突入する。

上田教授は、「カオス現象というものは確定系に生じる不規則現象である。定常状態を表すのが単一の解で、カオス現象では、ひとつの解ではなくて、無限個の周期解が寄り集まって解の集合を構成している」、と締めくくられた。

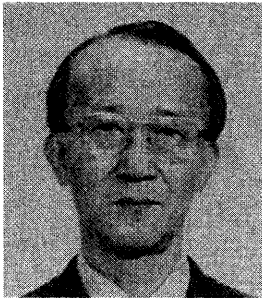
以上、きわめて粗雑なまとめで申し訳ないが、上田教授の講演の録画ビデオテープがSSIS事務局にあるので、見ていただきたい。また、はじめに紹介した書籍には多くの図を用いてカオスの世界が描き出されているので、一読されたい。

上田教授がカオス現象を発見された1961年の頃は、誰からも評価されず、発表も控えざるを得なかった、と言われる。自然現象の常識を覆す偉大な発見を持つ典型的な宿命とも言えよう。カオスという命名が米国の研究者によってなされたのは1975年、上田教授の発見から14年後である。いかに先駆的な研究がなされたかが想起される。

上田教授の講演を聞いて、さすがにSSISのメンバーはハトマメ風であった。しかし、半導体の科学技術体系も広く深淵に富み、日進月歩しており、今後の展開も予測し難い。カオスの発見とその特性を地道に解き明かした上田教授の研究の足取りを知ることはどこかで半導体のBreak Throughに通じるものがあるように思う。

(河崎記)





### 上田 院亮氏

昭和34年 京大・工・電気卒、昭和39年 同 大学院博士課程修了、同年 京大助手。以来、非線形回路の研究。同期発建機空隙磁束の研究に従事、現在、京大教授、京大工博、平成5年度電気学会副会長、著書「The Road to Chaos」

## 8月度／9月度研修会

### 「SEMICON Westレポート」

講師：加藤 俊夫氏（前工程）、  
河崎 達夫氏（後工程）

8月26日（木）東京・化学会館

9月29日（水）大阪・システムLSI技術学院

今年もSEMICON Westが7月12日から16日まで開催された。前工程が12日～14日でサンフランシスコで、後工程が14日～16日でサンノゼで行われた。

今年も協会メンバーの河崎 達夫（システムLSI技術学院 学院長）さんと加藤 俊夫（厚木エレクトロニクス 代表）さんが参加され、昨年に引き続きご両所に、8月・東京、9月・大阪での研修会でレポートしていただいたので、概要をここに報告する次第。

### 前工程 加藤会員

皆さん、今日は。セミコンウエストには4年続けて行きましたので、大体の様子が良く分かるようになって参りました。今回は、テクノロジーのトレンドを重視して見てきましたが、今年のメインテーマは「微細化」だと思います。昨年は多くの方が2006年で0.1ミクロンと言っていました。今年はそんなことを言う人は全くおりません。微細化は早まっています。

微細化と言っても、単に微細なパターンを作るというだけではなく、トランジスタ構造の微細化に対応したプロセス技術、配線の時定数増大に対処する技術、プロセスのより精密な制御などが重要になります。表1を参照して下さい。

### 微細パターンの形成方法

露光機でフォトレジストをパターンニングする時の解像度は次式で表されます。

$$\text{Resolution} = k1 \cdot \lambda / \text{NA}$$

10年前には、光学定数NAは0.4位でしたが今は0.7で

### SEMICON WEST 99

本日の報告の主な内容

微細化（昨年は、2006年0.1ミクロンだった。  
今年は様変わり）

- 1) 微細パターンの作製
- 2) トランジスタ構造の微細化対応  
STI, Shallow Junction, Thin Gate Oxide, Metal Gate
- 3) CR時定数増大による配線遅延対策  
アルミから銅配線へ、SiO<sub>2</sub>から低誘電率絶縁膜 (Low-k)へ
- 4) プロセスの精密制御  
この内(2)は昨年報告とあまり変わらないので省略する。

その他の注目技術

- 5) FeRAM, SiGe Bipolar Transistorのための低温 Epitaxy
- 6) 300mm

Atsugi Electronics

表1

す。露光する光の波長は、従来のi線でλ=365nmでしたが、現在はクリプトン弗素 (KrF, λ=248nm) エキシマ・レーザーが用いられています。さらに先々はアルゴン弗素 (ArF, λ=193nm)、F2(λ=153nm) などが検討されており、露光の短波長化による微細化が進められています。K1はプロセスに依存する定数で、10年前は0.8ぐらいでしたが、最近0.3になっています。超解像技術が開発され、マスクのパターンを工夫して、エッジを鮮明にする方法や、露光を2回繰り返す方法などが提案されています。露光方法としては、最近スキャナーが用いられるようになってきました。ニコン、キャノン、ASMLが生産機を発表していました。

セミコンウエストでは、ショウの他にホテルでプライベートフォーラムをやっている場合があります。そこでは本音で将来の見通しなどを議論していることがあり面白い。

今回はその中のFSI社のブレイクファスト・フォーラムに出席しました。ArFステッパーで0.1ミクロンまでなら対応可能の見通しで、電子線やX線の出番はない。



昨年も同企画で開催した。聴衆も熱心で、早くも恒例化？

即ち“Photon forever”の大合唱でした。表2を見て下さい。

SEMICON WEST 99									
SEMICON WEST 99 Breakfast Forum: Keynote speechより (National Semiconductor; Will Conley)									
単位:nm(今やミクロンは使わない)									
NA	KrF(248nm)			ArF(193nm)			F2(157nm)		
	Isol	Dense	C/H	Isol	Dense	C/H	Isol	Dense	C/H
0.7	53	106	142	41	83	110	34	67	91
0.8	47	93	124	36	72	97	29	59	79

Isol:孤立パターン、C/H:コンタクトホール

この表は、これまでのKrFでの経験に基にシミュレーションしたものである。この表によると、現在使用可能なArFステッパで、孤立パターンで40nm、密なパターンで80nm、コンタクトホールで100nm程度の加工ができる。  
くいささか驚いた(加藤)>

Atsugi Electronics

表2

マスクとウエハー上のパターンとは10対1または5対1なので、マスクのパターンの微細化は比較的楽だったが、今後は超解像マスクを作るには、ウエハー上と同程度に厳しくなります。マスクの欠陥検査も極めて重要になってきますが、検査機の開発には膨大な費用が必要でロードマップ上も目処がたっていないようです。微細なマスクを作る電子ビーム装置あるいはレーザー露光機や、検査機の購入に巨額な費用が掛ります。マスクを内製するデバイスメーカーが少なくなる可能性があります。マスク業界の地殻変動が起こりつつあるようです。

### 微細化に伴うLow-k膜とCu配線

MOSトランジスタのゲートの微細加工により素子の動作スピードは早くなりますが、配線抵抗や配線間容量によって電気信号の伝達スピードが遅くなるという問題が発生してきました。そこで配線間の絶縁物の誘電率(k)を下げることに、これまで使われてきたアルミの配線を、より抵抗率の小さい銅に切り替えることが積極的に検討されています。kを小さくする物質は色々ありますが、安定性に欠けたり、シリコンプロセスとの相性が悪かったりして、本命の物質はまだ決まっていない感じです。有機か無機か？成膜はCVDかSpin onか？膜だけの検討では決められず、膜プロセスの前後の工程を担当する装置メーカーと材料メーカーが協力する必要があると思われます。今年中に何らかの方向が示されるのではないかと感じる感触でした。

### 銅のプロセスはほぼ固まる

銅原子はSiO<sub>2</sub>やlow-k膜中での拡散係数が大きいので、Ti, Ta, Wのような金属またはその窒化物をバリアとして用います。銅は電解メッキで着けるのが一般的ですが、そのためスパッターで薄い銅のシード層を着けます。余分なバリア層と銅は、CMP(Cheical Mechanical Polish)で削ります。これをDamasceneと呼んでいますが、各社とも銅配線はこの方法に決まり、次は生産性向上や工程安定化の努力がテーマのようでした。去年はCMP装置メーカーが20社もありました。ベルト式の面白い装置を出していたアプレックス社は今年はまだ消えていました。倒産したそうです。アプライドは商売上手で、3ステージで3種類の研磨が出来る装置が好評のようです。日本では東京精密が新しく参入すると頑張っていますが、競争に生き残るのはどこか、CMP装置メーカーは正念場を向かえています。

### 注目技術FeRAMとSiGe

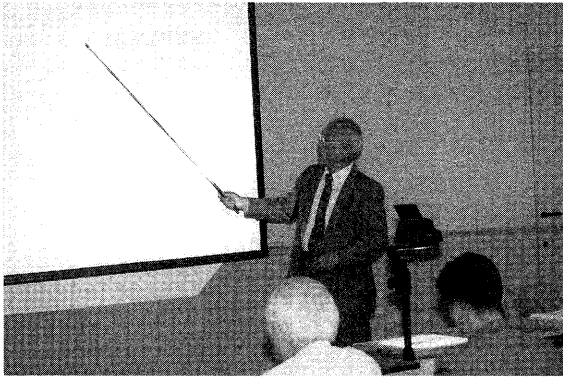
注目技術として去年はSOIと低エネルギーイオン注入を紹介しました。今年FeRAMとシリコンゲルマによるジャンクショントランジスタの2つを取り上げます。

FeRAMは非常に有望でDRAMにとって代わるという人がいるぐらいですが、実際には作るのが難しい。まだロームなどから小規模なLSIが発売されているに過ぎません。酸化物強誘電体の材料を使いますので、水素など還元性ガスの影響を受けて特性が変化します。日本真空がラムトロン社と提携してプロセスと装置の開発を行っているのが注目されました。

次にIBMがシリコンゲルマのジャンクショントランジスタを開発してよいよ生産することを発表しています。バイポーラ・トランジスタのベースをシリコンではなくてシリコンゲルマにして、電子のモビリティを上げ、ハイスピードのデバイスが出来ます。ただ問題は、低温エピタキシー(650-780℃)でジャンクションを作らないといけない。低温エピタキシーやボロンのドーピング技術についてアプライドがセミナーで発表していました。将来的にはCMOSと同じチップ上に作りハイスピードなトランジスタを埋め込むことが出来ますので面白い。LSIでは特殊な分野かもしれませんが、今後重要になる可能性があります。

### 要求される精密な加工

微細化が進み、溝(トレンチ)や穴(ホール)が狭く深くなると、その中に入った異物の洗浄をどうするか、或いは溝の形状をどのように測定するかと言う事が問題になります。



前工程担当 加藤氏

カイジョーはメガソニック超音波をかけた水を噴出させて、水のクラスターをバラバラにして洗浄する装置を出していました。エネルギーによってはイオン水になるそうです。トレンチ内部の洗浄効果についてのデータはまだないそうです。トレンチとかホールを掘った時、そこにAFM (Atomic Force Microscope) の触針を入れ、内壁の形状を測定する方法がVeecoとZygoから出品されていました。面白いツールだと思いました。

### そして300ミリ

最後に300ミリが大きな話題でした。去年は300ミリには全く見通しがなく、どこの会社もブーブー言っていました。今年、6月にインテルが300ミリ計画を発表し、量産は2002年ですが、来年から設備を搬入する。それによって各装置メーカーはいよいよ300ミリが立ち上がるという感触を持ったようです。インテルがやれば、他社が次々続いてくれるだろうというわけです。

セミコンウエスのブースやセミナーで話していて「ロードマップ」について感じた事は、本質的にロードマップとは一度これを作れば、作った瞬間にもはやロードマップではなくなるという事です。即ち、2006年に0.1ミクロンと言え、日本のメーカーは真面目にそれに向かって努力します。アメリカの企業では、技術者は他社を出し抜かなければ認められませんから、一刻も早く達成しようと努力し、常にロードマップは前倒しになります。即ち、発表されたロードマップを信じる人は落伍者になる訳です。

### “Total Solution”

アプライド・マテリアルズが目立ちます。“Total Solution”と側面に大きく書いたバスが市内を走っていました。ただしアプライドのブースは、高い壁で囲って屈強な男がドアに立っており自分の顧客以外は中へ入れてくれません。私も「お前は誰だ」と誰何され、「日

本のコンサルタント」と言うを入れてくれませんでした。SEMIの方に聞くとこんな壁を作るのは違反だそうです。違反なら厳重に注意してほしいものです。各社が囲いを始めるとショウが成り立たなくなります。そういう汚い事もありますが、アプライドの強さは圧倒的という感じがします。アプライドの言う“Total solution”は、半導体メーカーにとって無視出来ません。日本の装置メーカーが“Partial solution”を追い掛けていては、差が開く一方でしょう。このままでは、装置業界のインテルになるのではないのでしょうか。そんな事を感じました。

### 後工程について 河崎会員

河崎です。後工程を担当ということで、去年もこれを担当したものですから、今年もやりましょうということでSEMICON West '99を見て参りました。

来場者数は去年の74412人に対して67729人で、少し少なかったようです。後工程の特徴は表3に示すようなことです。

#### SEMICON WEST 99後工程 特記事項

- 1.CSP関連が氾濫
- 2.“銅パッド上へ銅ワイヤボンダ”が始まる
- 3.企業間の連携でシステム構築

例:Semiconductor Packaging Symposiumのテーマ

1999年	1998年
1. New Development	1. High Density Packaging
2. CSP	2. Reliability and Performance
3. Wafer Level Packaging	3. New Development Interconnection
4. Material Challenge	4. Advanced in BGA
5. Flip Chip Interconnect	5. CSP
6. High Density Interconnect	6. Material Challenge
7. Advanced Packaging	
8. Reliability	

SSIS99年8/9月度研修会

表3

今年のトレンドを一言で言いますと、CSP (Chip Scale Packaging) です。日本は4年位前から力を入れているのに。

それから、前工程でCu配線が脚光を浴びていますが、それと連携するかたちでCuパッドの上にボンディング、かつCuのワイヤボンダも始まっています。

実はCuのワイヤボンダはアSEMBリーの技術としては非常に古い技術です。例えば20年前のトライアルで、私どもの会社でコストダウンのためにCu配線ということを検討したことがあります。今回は、性能面と前工程との関連でCuのワイヤボンダということが出て来て



後工程担当 河崎氏

TEST, ASSEMBLY, PACKAGING (TAP) の課題

半導体製品

- 高集積化 : N
- 多ピン化 : P
- 高速化 : H
- 消費電力 : W
- 小型化 : S
- 低価格 : C

TAP技術トレンド(主要因)

- BGA(N,P)
- 高速、狭ピッチワイヤボンダ(P)
- フリップチップ(H,P)
- CSP(S,H)
- 高速・多ピンテスト(N,P,H)
- 低価格テスト(c)

● 新しいTAPが新しい技術、装置を生む

SSIS99年8/9月度研修会

表4

います。

CSP (Chip Scale Packaging)

セミコンダクター・パッケージング・シンポジウムというのがホテルでずっと開かれていました。今年はCSPが注目され、非常に多くの発表がありました。ウェーハ・レベル・パッケージングも、ある意味ではCSPですし、フリップチップもCSPですし、BGAもあります。流れとしてCSPというものが非常に注目され、またどんどん強調されてきているというふうに思います。

だんだんウェーハレベルのCSPとか、色々大きいアセンブリーが出て来ますと、それをダイシング・ボンディング・パッケージという工程をひとつのシステムとして構築することが考えられ、ディスコさん・東京精密さん、それにTOWAさんが協力しあって、それを実現するといった動きになりつつあるということです。

TAP (Test Assembly Packaging)

さて、SEMICON West、あるいはSEMIの展示会では、テスト、アセンブリー、パッケージングを一言で、「TAP」と称しています。表4に半導体製品の方向とTAPの技術のトレンドをまとめてみました。半導体製品は高集積化、多ピン化、また高速化、低消費電力化が大きい。小型化、コストはいつも出てくる問題です。こういった項目に対してTAPというものがどういう方向で対応してゆくの、ということが大切です。ある意味ではBGAがひとつの基本的な流れです。高集積化・多ピン化については、何と言ってもこれが一番強い中心となるパッケージであるということです。

今度はワイヤボンダに行きますと、高速、狭ピッチが要求され、多ピン化になってくると、ますますスピードが要求され、狭ピッチが要求されるということです。狭ピッチは60ミクロンです。スピードは1秒間に

12本のワイヤボンダということです。それから形状制御御ということが非常に大事になって、CSPの場合Low and Shortというのがひとつのポイントとなります。

一方、ウエッジのほうはすでに50ミクロンというのが量産に入っていて、インテルのMPUとか、BGA関係というのは80パーセントウエッジが使われているというふうに資料に書いてあります。さらに今後はワイヤボンダではなくて、フリップチップでチップを一回にボンとくっつけてしまうことになるでしょう。ワイヤボンダでは高速の場合にLが出てきて問題だということで、CSPもやはり高速でLが小さい、ノイズが小さい、そういったところに非常に大きな役割が指摘されています。

それから、先程Cu線をCuパッドの上にボンダという点については、ウエッジ方式で超音波を加えると、温度を上げなくていいということで、雰囲気は問題なしということです。

インスペクション

ボンディングの後のインスペクションは大切に、今年特に目立ったのがBGAとかCSPで、ボールが重要になってくるので、ボールの3D、三次元的に見てチェックするというインスペクション機器が非常に多くありました。

特に3D技術のバンプインスペクションが注目されていて、オーガストテクノロジーの検査機は、バンプがあるかないか、直径、形、位置、欠陥を、1ウェーハ当たり1分間で検査します。

テストイング

最後にテストイングですが、先程も少し言いましたように、テスターというのは、高性能の追求とコストパフォーマンス追求の二極分化になるのではないかと

## 「SEMICON Westレポート」を聴講して

鈴木 司郎 会員

思います。やはり、量産でたくさん使う場合には最高性能のもので巨額な金を出すわけにはいけないということになってくるのではないかと思います。ただ性能的には1ギガ、1024チャンネルのレベルというのは去年と大差ないのです。

高性能という意味では、ミックスドシグナルということで、デジタル部はじゅうぶん高性能を保ちながらアナログとして6ギガヘルツに対応してやっている。6ギガヘルツのテストヘッドになりますと、立体回路になりますので、今までのテスターの概念とまったく違うものでできてきたということです。

一方で、実用機で高性能かつ低コストを狙って、クロックが1ギガでデータが500メガ、で少し低いですけれども、同測ができるロジックテスターが、いわゆる量産機として展示されていました。

それから「テスト技術の転換期」とあえて言いましたのは、デバイスそのものがどんどん複雑になっていきます。1億トランジスタも出てきて、だんだん10億トランジスタになってくる、かつスピードもものすごく上がってきます。テスターのピンエレクトロニクスそのものが最近MOSの高速デバイスでコントロールされています。

ところが、デバイスは必ずそれよりも一歩先を行くわけですから、テスターの能力がデバイスの最高性能にはついて行けなくなる。そうすると、デバイスも最高速度で走るテストというのは、やはりセルフテストしかない。BIST (Build in Self Test) が、全面的に適應せざるを得ない時代にそろそろ来ているのではないかと思うからです。

また、システムオンチップになりますと、単にチップを検査するだけではなくてMCMの段階で検査する。できあがったシステムとしてもそのチップが検査できる。それから、フィールドに出たあとのメンテナンスサービスでも自らテストできるということになってきますと、結局自分の中にしっかりとしたテスト機能を持っていなければいけないという時代になりかかっています。これからも更なる発展を見ていきたいと思えます。どうも有難うございました。

講演の後引き続き懇親会に移ったが、当日の乾杯の音頭をとった鈴木 司郎 会員から聴講の感想が寄せられたので掲載させていただく。

さる8月26日、当書の講演が終了し、懇親に入る際、本講について一言をとの指示を得ました。予想外のことと、驚嘆するとともに懇親直前のため、本当の一言「半導体の先々のことが聞けて、大変に有難い」旨を口にしたのです。

しかしその一言が極めて不十分で、講師のご両人にも甚だ失礼をしたと思い、ここに感想を書きました。ところで、実質の技術業務からは大分前より離れているため、講演内容全体をキチンと理解したか否かですので、内容は別にして、聴講して感じたことを述べるのみとしておきます。

### 非常に良くまとまった内容を聞く

SEMICON Westでは、1940社以上の出展があり、ブースは4386で、SEMICON Japan以上とのことであった。ところが、講演時間は1時間30分である。講師の方は、それぞれ注目すべきことを明確にし、昨年よりあまり進歩のなかった事柄は保留したり、軽減したりしてテーマ設定されていた。

前工程では、微細パターン、Low-k、プロセス制御の3項目と、300mmウェハ関係等の、そして、重要なこととして十分に目を通した事柄を、できるだけ具体的なことやものをはっきりと示しての説明であった。

後工程においても、昨年比して著しく注目されてきた技術・製品（生産）とその流れについてであった。そして、システムLSI、Packaging Assembly、Testingの新規事項が、全体の技術・製品の流れの中で説明された。大変な数の展示を目にされ、当然、ものはただ置かれているだけであり、人や文書の説明も不十分なことが多い。中には、ほとんど説明してくれないところもあったとのこと。こうした状況下で、重要事項を見出し、それらのことがいかなる状態になっているかをまとめて説明するのは大変なことである。日頃から半導体技術・製品と時間的流れを掘り良く把握している人によってこそできることである。

例えば、京都での神社仏閣の見学にしても、ただ歩いていただけでは、寺々があるというだけになってしまう。他人に説明しようとする、情報を収集して、まとめておかなければならない。いわんや、多少でも京都や寺院のことを知っている人たちへの説明となると、慎重になる。

例は適切でなかったかもしれないが、そうした行為のうえで、実に良くまとまった説明を聞くことができ、半導体デバイスの中における注目すべき新技術・製品

と将来をも見込んだ流れを把握させてもらいました。

### 内容の確認と将来性

撮影が禁止されていたし、先にも記したように十分な説明をしてくれないところもあったようだし、また展示の場合は多少PR色を有している時もある。それだけに、各注目事項の内容、データおよび将来性については、その場だけの情報では不十分な場合が多いと思う。それだけに、内容・データなどを正確・的確に表示することは大変なことである。しかも、内容に関係のある人達への話であり、数値的的確さひとつでも、後に残る文書に明記するのは一層面倒である。

山で例えれば「白山」。この山に登山したり、よくわかっている人は、「これはハクサンといい、石川と岐阜の両県境に聳え、富士山・立山とともに日本の三名山のひとつである。白山を中心とする山岳地帯は白山国立公園である」等の説明をしてくれるだろう。だがその高さは、よくよくわかっているなら別だが、「標高2702mかな」と、多少わかっている程度では、資料を探してその値を確認する必要がある。案外わずかなことでも、数値等は確認しなければならないことがよくある。

講演の内容・データ等は、自らの頭とともに、各種資料に基づいて確認されていたと思う。また各内容は、実例を挙げ、該当数値をもつての説明であり、実感を得ることができた。

前工程においては、項目ごとに各企業や各種材料等の具体的な数字や記号表示等による比較の説明が行われたりした。新たなことに関しては、新聞記事で新鮮さ確かさを示すとともに、一層詳しい内容を加えてもいた。

後工程については、関連する重要な情報を選択し、それらの情報を十分に活用していた。そして注目事項を該当技術・製品のこれまでの流れの中で見て、実施例をあげるとともに明確なデータをもつての説明であった。

将来性に関しては、皆が注目するとともに期待の大きいことでもある。しかも将来見通しは、進展の度合い、そのスピードと時間とのかかわり、およびそれを支える周辺の事柄と問題点等もあり、難しいことである。現在の実態、それにこれまでの流れを頭に描いていないと、将来性の判断は不可能である。これらを十分に考慮しての長期予測であり、期待の強まるのを感じた。

前工程においては、各項目の予測とともに、中には、見聞した実態を該当技術・生産の流れの中に置いて、自らの知識・情報により進展・実施予測をされたり、

Yes・No的の判断をされたりして、なるほどとうなずかされたことも結構あった。

後工程に関しては、各項目の予測とともに、まずは注目技術・製品の過去の流れを描いておいた上で、現在の技術や生産状況が示され、次に先々の状況を予測して数値表示していた。数値では、現在の値が過去の値と比較してどうであったか、また予測においては、例えば同じ2003年の予測値について、昨年予測された値と今年のを提示して、進展の度合い・技術の深さや生産の大きさ等を説いていた。

以上のことから、諸説明に感心しつつ、種々の事柄を吸収させてもらい、注目すべき事柄の意識も膨れてきたことを感じた。

### 技術とノウハウ

内容を聞き、半導体はやはり技術とノウハウによるもの、との再認識をもった。半導体は名称にも示され、よく知られているように中途半端なもので、温度・湿度それに圧力等の影響を受けやすい。機密さはあり頭の回転もよいが、神経質であるとさえ言われていた。最近では、製造・測定装置等が進歩を重ねて非常によくなってきている。それに頼る率も高くなってきている。だがメッキ等のことの値の設定には、トライアンドエラーのノウハウがある。講師の方も言うておられたように、なかなか適切な説明をしてくれないこともあったとのこと。話すとすぐに実施されてしまうということは、ノウハウの存在を語っているように思う。

またもうひとつは、当然のことながら、半導体に関することは技術（エンジニア）である、とのことである。最終的には科学（サイエンス）に戻らなければならない事柄でもあるが、高密度化・高速度化また生産開始とその効率アップ等は主に技術的事項である。講演での後工程では、技術・製品開発に基づく量産を考慮しつつ話が進められた。

前工程は技術が中心になるが、それでも生産が当然のこととして含まれていた。各企業の注目していることでもある。ところで、イールドに関しては、先にも示したノウハウが関わってくるわけであり、その中には、一部、技能（テクニク）も含めることになる。半導体デバイスでは、「半導体科学」という言葉より、「半導体技術」や「半導体工学」の言葉をよく見聞することを再認識したわけである。

### 歴史は繰り返す

前工程でSiGeが出てきて、後工程ではCuの話を見聞した（Cuの話は前工程にもあった）。Cuは講師が以前実際に取り上げたことがあるとのこと。Geは現在のSiの

一步前の材料で、半導体デバイスのスタート時の小信号TRやDiodeの材料であった。しかも、高速や低損失等の利点を持っていた。Cuに至っては、当然安価で良電動。ただしそれぞれに問題点もあり、十分に活用されず、やや消滅気味になり、また横に置かれてしまったようだ。それがここに来て再び注目を浴びつつあるのは、面白いことである。ぼけっとしながらTVで目にしたことで、例には良くないが、衣服の流行のことがある。昔はやったスタイルが、しばらくして、多少の新センスを付け加えて再現することがある、と。こうした、過去に取り上げられたことが、後になって再び役立ってくることはよくある。当然のことながら特長ある事柄やものは頭の隅に残しておくなり、人に伝達しておく(含文章)が必要であると思った。

### 技術動向の把握

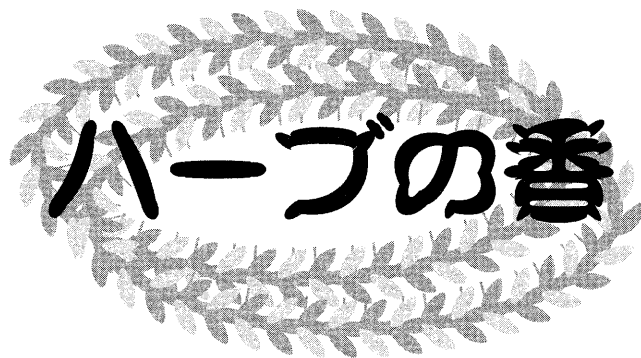
今回の研修会で最後に思うことは、種々のことを伝えていただいたことと、半導体デバイスの前工程・後工程での技術・製品(製造)動向を聞かせていただいたことである。詳細な技術そのものは、各社の研究所等で現在担当している研究者や技術者がよくよくわかっていることであり、日々変化(進歩)もして行っている。ただし、多少でも半導体関係業務に関係している者としては、半導体デバイスの技術的・製品の動向は概略でも知っておきたい。そして、半導体に関する人達と顔合わせした際に、相手の話をある程度は理解し、時には質問を発したい。その意味で、こうした技術・製品動向を聴講できたのは非常に有難かった。後工程では、技術・製品動向として全体をまとめた話だったし、前工程でも全体を聞き終わると技術・製品の流れを把握できるまとめとなっていた。言うまでもないことだが、技術・製品の流れは重要なことであり、多くの人達にも有意義であったと思う。講師のご両人に御礼申し上げます。

なお、今後「半導体の技術・製品動向」のテーマ(副題にSEMICON Westレポート or SEMICONレポート)で、世界・日本について等を本会の定期的研修会にしてもらえれば有難いと思いつつ...

## 協会短報(1)

### SIPEC、設立登記完了!

No.9でビジネス・プランのご紹介のあったサイベックが、10月7日に設立登記を了えました(社長 和田俊男 協会運営委員)。オフィスは東京の協会事務局と同所、電話は03-3815-3224です。SSISの電話は従来通り03-3815-8939です。



### 僅か600円の投資でボケ防止

川崎 芳孝 (株)ディスコ 常勤監査役)



川崎 芳孝 会員

いつのまにか立派にシニアと呼ばれる年齢になった。年金受給も始まった。そして日常生活で昔話を多く、かつ回りくどくするようになった。同時に10桁の電話番号を記憶することを断念するようになった。数日前に会った人の名前をすぐに思い出せず3歳下の女房に馬鹿にされている。もの

の本によれば、若い時記憶力を誇り、メモを取らなかった人ほど罰が当たったように苦労するようだ。そこで現役時代海外出張のフライト待ち時間に使っていた『ナンプレ』にのめり込むことにした。最初は週刊誌と夕刊フジなどに時々出題されていたのが八重洲のブックセンターの地下にニコリの『数独』の1~4冊目を発見、今は13冊までに達した、他に数社出しており、学研のものは変種のナンプレが楽しい。ところでナンプレとはNUMBER PLACEの略、基本は方陣で縦横9×9=81の升目にいくつかの数字が入って居て残りの空欄に数字を入れて縦列と横列と太線囲みに1~9の数字がダブらずに入れて完成させる数学クイズである。難易度の度合いが表示されているので数独なら導入部のEASY部門はスイスイ5分程度で完成するのでナアング簡単、俺はヒョットすると天才だなどと思わせて虜にするのが憎い。勿論解くための法則が有ってそれを豊富に発見した人が名人上手になるのだが、私の経験から麻雀の名手は1から9の数字の何が抜けているのかが瞬時にわかる、つまり画面のパターン認識が早いのである。完成寸前

に勘違いで間違った答えを途中でいれていると矛盾が発見されやり直しとなる。思いどおりに正解だと最後の方は加速度がついたように数字が入って思わずヤッターと叫びたくなる。本の価格は600円程度、サイズはポケットに入る。100問程度完成したらくず箱にポイする。3~4色のボールペンが武器になる。よい点は何か月かたって同じ冊に再挑戦しても正解など覚えなないのでフレッシュな問題と全く変わりはないのである。

勿論巻末に正解表はついていますが、使うことはまず無いし、間違えて真っ黒になったら別紙に書いて挑戦するくらいの悔しさが上達のカギ、すぐ正解表をカンニングする人はクイズ嫌いで途中脱落組になる。大事なことは『慣れ』で決して頭脳の良さを競うゲームでは無い。よほどヒネクレタ問題以外、正解への道筋は一つは有って、実験的に数字を仮に入れなくとも法則的に正解だけで順序よくやれば良いのだが、HARD部門には仮に入れる解き方が要る出問も含むし、学研などその例が多い。私の周辺には弟子だけしか居らず、私の正解到達スピードは群を抜いているが、SSIS会員にはきつとマニアが居られ、お前などまだ十両程度だと言って貰えば楽しいのだがと思っている。まさにピッタリと思いませんか、ただし機中での読書は眠くなるのが、のめり込むと気が付いたら5~6時間やって眠気がすっかり無くなることがあるのでご注意くださいよ。さて3題例題を数独から引用しておく。HARDが解けたら貴方はもう術中に箝まって虜になったと断定して良いでしょう。こんな事をする時間が有ったら、有益な読書でもと思う方はやがて読書が苦痛になることを御存じないと予言しておく、要は読書もし、ナンプレにも親しむのがシニアライフの時間のある有り難さですぞ。ではこれにてご無礼!!

## 協会短報(2)

### 今後の研修会

本年内の研修会の計画です。いずれも(予定)です。

11月度：24日(水)17:00～ 於：大阪北浜・システムLSI技術学院 「システムLSI時代の設計と技術の課題」、(株)リコー 画像LSI開発センター長 亀田 昌宏氏

12月度：16日(木)17:00～ 於：東京本郷・学士会分館 「欧州半導体メーカーに勤めて思うこと」 STマイクロエレクトロニクス 社長 柴田 圭造氏

演目等確定次第、会員皆さまにはご案内を差し上げます。多数の皆さまのご参加をお待ちしております。

### EASY

		9			7		1	
	7		5			4		2
3				6			8	
	6		2					9
		4				7		
7					3		6	
	3			9		1		5
6		7			2		4	
	5		1			6		

### MEDIUM

	8	9					5	3
		7						6
5					1			
4	3				9	7		
		6	5				2	1
			2					5
1						9		
7	5					4	8	

### HARD

			3	4			9	
	2				5			8
1		3					6	
			4				7	
		5		3			8	
	6				9			
		7					1	3
5			8				2	
	4			9	1			



# 私の趣味

## PID、感激の思い出

柏木 正弘 (アプライド・マテリアルズ・ジャパン(株))

今を去る…十年前、いわゆる「手作り装置」の時代、実験用の拡散炉の温調のために、いわゆるOn-Offのコントローラに代わってPIDコントローラを手にした時の喜びを今でも覚えている。拡散炉の温度を熱電対でチェックしながら「何と奇麗な制御ができるものか」と感激したものである。ただ、コントローラのパラメータを巧く設定しなければ、目標の温度に至るのに長時間を要したり、オーバーシュートしたり、振動したりする。「巧いパラメータ設定を！」と自動制御のハンドブックを紐解いたことがある。そこで、PIDの何たるかを識り感心してしまい、その後折りに触れ、人生の温調ではないが、我を含めた人の、その人生の、あるいは社会の在り様にPIDの考えを適用してみる習いができてしまった。

すなわち、

PはProportionalで努力し

苦勞して手に入れた金や権力、

IはIntegrationで長年の努力と

実績で築き上げられた地位と名声、

DはDerivativeで日々の努力の中での

付加価値の創造と能力の向上、

に相当する。

国にたとえれば、先進国、経済大国ともてはやされながら脆さを見せる日本 (P)、「エスタブリッシュメントよ！」と我々が軽視しがちであったが、しかし、したたかなヨーロッパ (I)、日本が押しまくられている



柏木 正弘 会員

韓国や台湾あるいは中国のような新興勢力 (D)。

人生にたとえれば、「成り金」とか「権力亡者」とか何と蔑まされようが金持ちにあるいは権力者になって (P)、地位と権力を手に入れ長老と称され名誉や勲章が欲しくなって (I)、古い表現であるが「末は博士か大臣か」のような「人生の目標」か「野心」に向かっている

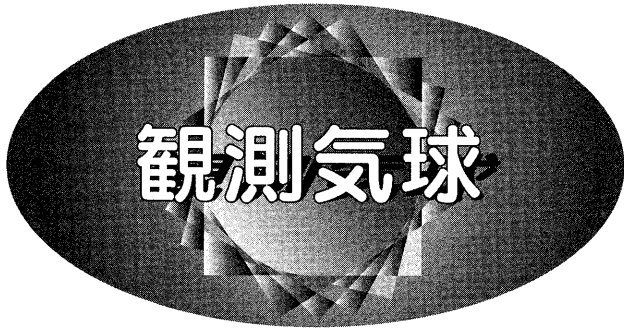
しやりに努力して頭角を現し (D)、と行った具合にある。

自動制御のTechnical TermはPIDであるが、人の世はちょっと順序が違ってDPIである。世の多くの所謂「成功者」のケースはD→P→Iの一直線、しかし(新聞-最近の日経-などの紹介で識る)「過去の偉大な日本の産業人」のケースは、その螺旋的な繰返しで「偉大さ」を増している。凡人は一直線の線香花火で、偉人はやはり「永続的な成長と蓄積か」と感心する次第である。ただ、これらは、凡人・偉人含めて、Behaviorの「統計的な」見方、個々人の人生の具体的な在り様は、この統計の大きな揺らぎの中にある。

変化と進歩の激しい半導体の世界に長年身を置けば、人生の好みも自ずとこの生業の特殊性に影響されてくる。「変化」がないことは微係数がゼロ、すなわち進歩なし。「変化」と「成長」がないと、人生、生きているのかどうか判らなくなる。これが良きにつけ悪きにつけ、我々が身につけた習い。「趣味」の定義の何たるかは難しいところであるが、それを「人生、好むところ」とすれば、筆者、敢えて、この時点で「趣味は？」と問われれば、「PIDのD」と答えることにしている。「我が人生に変化を、そして進歩を！」である。時代に先駆けて新たなことを試みようとするSSISに集う諸子、斯くて、同趣味人ではないだろうか。

## 読者から～9号の「みみずの戯言」に寄せて

蚯(きゅう)も蚓(いん)も意は「みみず」。本来漢語は同音異字異義が多く、一字の音だけでは意味が通じにくいいため、異音異字同義のものと重ねて意味を明確にすることが多い。それが日本語に導入されたが、読み方を示すためにルビが発明された。訓読みは本来読み方というより日本語(ヤマトコトバ)への翻訳です。このケースでは、漢字二字に対して三字の均等ルビが振られます。逆に百舌鳥は漢字三字に対して二字(もず)の均等ルビとなります。英国紳士にジェントルマンとルビを振るみたいなものですネ！ (S生)



# 観測気球

## ITSの行方

中井 良雄

(三菱電機(株) ITS推進本部)

### 1. はじめに

「ITSとは何に？」という質問が最近少なくなってきた。というのは、最近の新聞記事で「我が国政府の緊急経済対策」あるいは「小渕首相のミレニアムプロジェクト」等に必ず「ITSの推進」が挙げられており、その目玉として、高速道路料金所の渋滞緩和を目的に料金収受のノンストップ化を図るETCの整備が首都圏を中心にスタートしている。

また、郵政省電気通信技術審議会で、ITSが2015年までに累積60兆円以上の市場と答申されており、情報通信や自動車業界はもち論のこと、電子部品・建設・物流・金融等の業界に加え、学界までもITSを将来の事業の柱として期待している。

本稿では、ITSがどのようなもので、どのように展開されようとしているか、そして企業の取り組みはどうかについてその概略を紹介する。

### 2. ITSとは

ITS (高度道路交通システム: Intelligent Transport Systems) は、最先端の情報通信技術などを用いて、人と道路と車両とを一体のシステムとして構築する21世紀の社会システムと定義されている。

我が国では、1995年2月、政府が「高度情報通信社会推進に向けた基本方針」においてITSの推進を決定し、建設省・郵政省・通産省・運輸省・警察庁が連携して、VICS (道路交通情報提供システム: Vehicle Information and Communication System)・ETC (ノンストップ自動料金収受システム: Electronic Toll Collection System)・AHS (安全走行道路システム: Advance Cruise-Assist Highway System) 等の9分野からなるITSを推進している。

他方、これらITSと高度情報通信社会との間にある事

業領域:例えば、低軌道衛星を活用した車への各種情報提供システム、ETCを応用したノンストップ駐車場管理システム、ITS技術を活用した物流システム等を含めて「広義のITS」と称している。

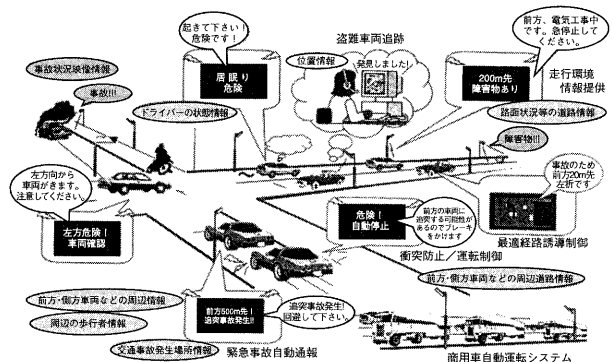
これらITSにより、交通事故を大幅に削減、渋滞を緩和、環境調和型の交通システムを実現するとともにさらに新たな価値を創造すると期待されている。

### 3. 車が変わる、道路が変わる、社会が変わる

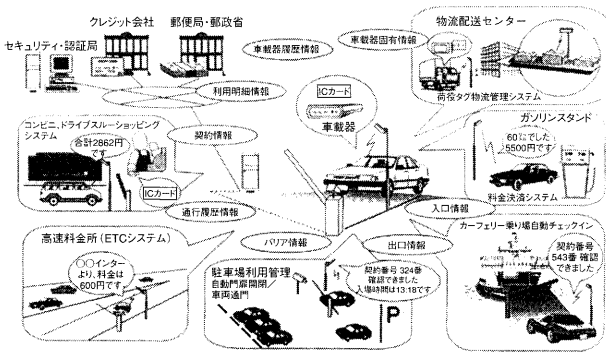
「走る・曲がる・止まる」という車の基本機能に加え、車を一定速度で走らせても前方車両との距離が狭まると自動的に速度を下げると自動運転制御装置や運転者が居眠りした場合にその居眠りを検知し運転者に警告するシステムが乗用車やトラックに搭載され、車単独で30~40のマイコンを使い知能化しつつある。

一方、このように車単独で装備するとしても価格面で装備内容に限界が出てくる。そこで、見通しの悪い道路にセンサ(カメラ)と情報提供表示板を配備したAHS(情報提供)が一般国道に整備され、事故軽減に活躍し始めた。これは、道路側で前方の故障車や蛇行運転車等を検出し、後方車両に警告するシステムである。また、高速道路の近代化を図る為、2003年に供用開始の第二東名名神高速道路に、各種センサ、路車間通信、光ファイバーネットワーク網を組み込む計画が具体化しており、近い将来に東京一福岡間を一人で労なくドライブできる時代が来つつある。

また、ETCが整備されると、ETC車載器で高速道路のサービスエリアはもちろんのこと、ガソリンスタンド、駐車場、フェリー、マクドナルド等ドライブスルーでの決済ができ、車に乗る時は財布が不要となる。更に、駐車場やフェリー、レストランの空情報の確認と予約も簡単にできるようになり、まさに車は動くオフィスとなろう。図表1および2にAHS・ETCアプリケーションを示す。



図表1 AHSアプリケーション



図表2 ETCアプリケーション

#### 4. ITSの展開と市場

図表3に示すごとく、現在は揺籃期に当たり、VICSやETC等の個々のITSサービスが充実し始めている。2005年頃になると、公共インフラの整備が進み、そのネットワークを通じて種々のサービスを楽しむことができるITSが実現し、まさに発展期と言えよう。2010年頃からは熟成期に入り、本格的なITSサービス時代の到来となる。

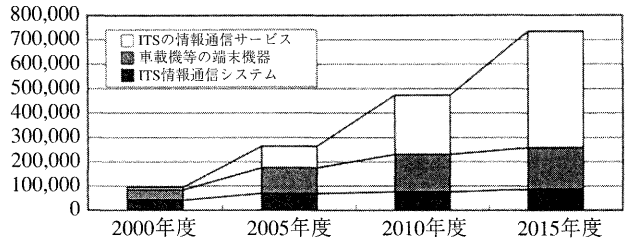
図4にITS市場規模の推移を示す。

インフラ、車載器、サービスの3つに分類し、合計では、2000年が約0.9兆円、2005年が2.6兆円、2010年が4.7兆円、2015年が7.3兆円、2015年までの累計で60兆円と試算している。



図表3. ITSの発展イメージ

億円



図表4. ITS市場規模

#### 5. 三菱電機のITS取組み

企業のITS取組みは活発で、電機・自動車業界ではITSの冠のついた部署が3年前からでき始めた。すでにITSの熾烈な競争は国内外で始まっており、積極的に取り組んでいる企業トップ数社の中に三菱電機が入っていると自負している。以下に代表企業の例として三菱電機の取組みを紹介する。

三菱電機は宇宙防衛で培った超高精度・高信頼の技術から小型軽量のカーエレクトロニクス技術に至るまで、総合電機ならではの総合力を発揮し、カーナビ、ETC、AHS等のITS事業を推進している。

ETCでは、翌2000年春に我が国で初めて運用開始する東関東自動車道向けインフラ設備を順次出荷している。また、車載器は近々に発売する予定であり、キーデバイスのMMIC・ASIC・その他高周波デバイスを搭載し、最終評価を行っている。更に、セキュリティチップとして、当社暗号 (MISTY) を搭載した車載SAM LSIも量産中である。

ETC車載器はここ2~3年で400万台普及すると予想され、ETC付カーナビも今後の主力製品となろう。

AHSでも、インフラと車載器の開発を進めており、キーデバイスのミリ波レーダ用76GHzMMICや画像検出用人口網膜ARチップ等を製品化している。

三菱電機は、今後ともITS事業に注力し、2005年のITSインフラ・車載器市場1.6兆円のうち、その約10%を受注目標としている。

#### 6. おわりに

ITSは、キーデバイスの性能向上や情報通信技術の進歩により、事業化が予想以上に速まる。

2015年までの市場推定など鬼に笑われると思われるが、2015の市場規模60兆円が今後10年間で実現されることも十分考えられる。

(図表1~4: ITS情報通信技術が創る21世紀電気通信技術審議会答申より抜粋)

## みみずの戯言

青春とは人生の或る期間を言うのではなく心の様相を言うのだ。

優れた創造力、逞しき意志、炎ゆる情熱、怯懦を却ける勇猛心、安易を振り捨てる冒険心、

こう言う様相を青春と言うのだ。

年を重ねただけでは人は老いない。

理想を失う時に初めて老いがくる。

歳月は皮膚のしわを増すが情熱を失う時に精神はしぼむ。

苦悶や狐疑や不安、恐怖、失望、こう言うものこそ恰も長年月のごとく人を老いさせ、精気ある魂も芥に帰せしめてしまう。

希望ある限り若く、失望とともに老い朽ちる。

この詩は、どこかで一度は読まれたことがあると思う。サミュエル・ウルマンの詩「青春」である。

40才の後半、社外のしかるべき賞をいただくと、開発本部長の役員からねぎらいの言葉と記念の置時計をもらう習わしになっていた。その時に漢詩を訳したような一枚の紙をいただいた。特に説明はなかったように思う。

家に戻って読んでみると、これは人生訓であるなど思い、前向きな精神をもちつづけることの大切さを改めて知った記憶がある。

ある時、先輩の一人にこの「青春」を知っていますかと聞いたら、「知っているよ」と言って、サミュエル・ウルマンの詩であることを教えてくれた。びっくりした。漢詩ではないこの詩人は、米国の実業家であった。

その後、ある人からサミュエル・ウルマンを研究し、訳詩集を出されたのは東洋紡績社長をされ関西経済団体連合会の会長も歴任された、宇野 収さんであると聞いた。

さっそく、その本を買って読んだ。それは十数年前のことである。

そして、つい2~3ヶ月前、ある資料を探そうと資料袋の中のものを見ていたら、この「青春」の詩の書

かれた昔の紙が一枚、目にとまった。読み直してみた。

十数年前に読んだ時は、人事のように思っていたような気がするが、今還暦を迎える年になって読んでみると、自分がこの「青春」の真只中にいるのかと思うと感慨深いものがある。

それは、何かこの詩に、恥ずかしさを感じるようで、また、ずっしり重たいものを感じる。一方で、勇気を与えられるような気持ちにもなる。よいものだ。青春でありたい。

「青春」でありたいと思う人々が集う私たちの「半導体シニア協会」。半導体シニア協会は素晴らしい。その半導体シニア協会に集う私たちは「サイベック」という会社を10月につくった。さあ皆さん「青春」の詩にうたわれている... 年は70であろうと、16であろうと、その胸中に抱き得るものは何か。

曰く「驚異への愛慕心」 空にきらめく星晨、その輝きにも似たる事物や思想に対する欽迎、事に処する剛毅な挑戦、小児のごとく求めて止まぬ探求心、人生への歓喜と興味... をもってチャレンジをしようではありませんか。青春をしようではありませんか。

人は信念とともに若く、疑惑とともに老ゆる。人は自信とともに若く、恐怖とともに老ゆる。希望ある限り若く、失望とともに老い朽ちる。

青春とは人生のある期間を言うのではなく心の様相を言うのだ。

そういえばこの詩は、今年の総会で会長も引用しておられた。まさに半導体シニア協会のための詩ではありませんか。(Y)

### 投稿募集！

本誌では投稿を募集しています。特に「ハーブの香」(ノンセクションのエッセーのコーナー)、「私の趣味」への投稿大歓迎です。1ページ2000字が基準(図表等ありの場合その分字数が差し引かれますが)。会員からの投稿の場合、謝礼はありませんが、掲載誌を普段のお届け分より多く差し上げます。

珠玉の作品、お待ちしております！

#### SSIS News Letter "ENCORE" No.10

発行日：1999年10月31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 山根 正熙

〒113-0033 東京都文京区本郷4-1-4

コスモス本郷ビル8階

TEL：03-3815-8939, FAX：03-3815-8529

E-mail：ssis@blue.ocn.ne.jp