



SIS半導体シニア協会

発刊年月 1999年6月
発刊部数 1,500部
発刊 SIS半導体シニア協会

No.8



ある時、「経営は哲学がなければならない」と言ったところ、君の経営哲学は何だと問い返された。それは、「飽くなき利益の追求です」と答えた。

今から20年も前の話である。マスコミの論評は、企業は利益の追求よりも、フィランソロピーとか、メセナにもっと目を向けるべきだとも言った時代があった。しかしフィランソロピーとか、メセナを追求しようとしても、利益を出していなければ、社会貢献は果たせないのである。

飽くなき利益の追求という言葉は、昔から言い古された言葉である。古い経済原論の本の、企業という一章に必ず、もっと重厚な言葉で表現してある。

今まで、半導体産業は恵まれた産業であったし、また今後も産業構造が今までよりもより複雑に絡み合う中にあるにしても伸長の期待できる産業であると信じている。もちろん、このような恵まれた産業も、循環性の不況は幾度となくやって来たし、今後も限りなく伸びる中にあるにしても、循環性の景気変動がやって来ることを忘れてはならない。

人間の性として、好況がやってくると、不況の時の精神的圧迫、苦しみを忘れ、売れている売れていると有頂天になり、不況がやってくると苦しい現実の姿のみ目を向けて、打つべき手をおろそかにしてしまう

のである。

一例を挙げよう。

好景気がやってくると、営業を担当する人びとは、デリバリーに追われ自分の担当するお客に対する商品を確保するために—それは必要であるけれども—ほとんどの時間を社内に足を運び、社内向けの仕事に専念して一番売り込まなければならない時期に売り込みをないがしろにして、不況期に対処するための行動を忘れてしまうのである。

今我々が直面している問題は2、3年前からのDRAMの値下がりに基因しているという。しかし、飽くなき利益の追求を標榜するならば、業界全体が悪いから、御多分に漏れず当社も悪いということは許されない。それは言い逃れに過ぎないし、何の解決策も見出せない。

そうかと言って、“飽くなき利益の追求”を哲学とするとと言っても、何か新しいアイデアがあるわけでもない。

経営というものは、第三者が想像するほど華やかなものではない。もしも経営が華やかなものであるとするならば、それは好況時に踊らされた幻想に過ぎない。

そこにあるのは、いかなる時にあっても、本当に地道な血の滲み出るような生産活動があるのみである。そしてそれは、ごく当たり前の経営の基本である生産性



吉江 洋 協会諮問委員

CONTENTS

・巻頭言	1頁
・No Side	2頁
・News最先端 (4月度研修会、国際協力)	6頁
・観測気球 (実装技術、マイクロプロセッサ技術)	12頁
・ハーブの香	18頁
・私の趣味	19頁
・協会便り (求人・求職サポート)	20頁

の向上であるが、ただ単なる歩留まりの向上、工数の削減ではなく、可能性の限界に対する挑戦であるはずである。

しかし、この限界への挑戦は一朝一夕にできるものではなく、ある信念のもとに継続されるものである。

孫子の兵法に“彼を知り、己れを知れば百戦して殆うからず”とある。設備投資にしろキャッシュ・フローという一応の物差しがある。常にこの限界を超えてはならないとは言わないが、巨額な投資に関しては、自分の経済力の限界を認識する必要があるし、またキャッシュ・フローを最大限に効果あらしめるためにもつねづね最大の利益を追求しておかなければならない。そして、この投資の中に合理化投資が含まれるけれども、果たしてこの合理化設備の導入に見合った労務費を含むコストの削減が計られているかも熟慮しなければならない。

我々は物を作り、その商品を市場に出して利益をあげている。営業は各社によってそのシステムは異なっていると思うが、要するに市場価格と社内引渡価格の差、即ち粗利の範囲内に最小限の営業経費を抑え込めればよいが、生産現場のコスト見積は、技術を含めて追求する多次元の変数が存在することを認識すべきであり、生産人にとってこれほど冥利に尽きるものはないのではなからうか。

新製品の開発に関しても、飽くなき利益の追求の経営要因を、開発担当者の自己満足に置き換えて、その開発終了時期を先送りして、市場に投入すべき時期を見失っているのではないだろうか。

以上、これはかつての私の経験から書き下してきたが、飽くなき利益の追求をどこか片隅に追いやっている現実をaufhebenする好時期に来ているのではないかと思う今日この頃である。

7月度研修会のお知らせ

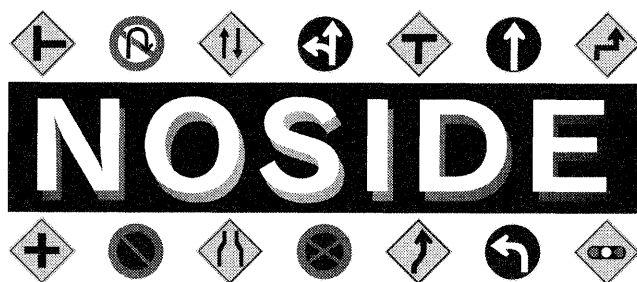
28日（水）・大阪で

7月の研修会は28日（水）に大阪のシステムLSI技術学院を会場に開催される（講演は17:00～18:00 講演終了後懇親会 参加費：会員3000円、非会員6000円）。

今回の講演は「複雑系とカオス」（仮）。講師は当該分野の第一人者である上田皖亮 京都大学 大学院工学系研究科 教授をお招きする。

暑い盛りにこういうお話で頭をリフレッシュできること請け合い！

申込は申込は事務局まで（案内パンフレットは近々お届けします）。



「異文化の中の3年間」

金原和夫 会員（株）東京精密 顧問

対談は5月13日、日立武蔵工場の応接室で行われた。金原会員は、皆様よくご存知のように、日本の半導体の草分け的存在である。日立製作所に入社して、デバイスの製造と制御機器の設計というメーカーとユーザの両方の立場を経験されたのち、本社専務として半導体事業を統括され、さらにTIとの合弁会社の会長としてダラスに赴き現地でご活躍された。今回は、合弁会社のマネージングまた滞在中の私生活を通じて得た貴重な印象・体験の一端をご披露していただいた。（聞き手：山根、岡田）

はじめに

金原（以下K） 95年1月から98年4月の約3年間、ダラスの郊外で生活しました。66歳から初めての海外生活でした。ダラスは全く地方都市で、外の世界に無関心な人が多い。人口が市部で100万、郡部で200万人、TIの本社がある企業城下町です。日立の半導体工場ははやばやと78年にできました。TwinStar社は95年1月にスタートしました。会長は私が日立から、社長はTIから。総勢600名で、うち日本人は約30名という状況でした。

私生活のほうは家内と2人で、プレノー市に住みました。人口15万人ぐらいの市で、ダラスのダウンタウンまでハイウエーで20分近くかかります。家は一軒家で、4ベットルーム。食事は日本食主体です。日本食の食材はいくらでもあります。ダラスには日本食レストランも20ぐらいありました。

日本人会では私が最年長で、みんな大事にしてくれました。日本人会のほかに日米協会がありま



金原和夫 会員

して、ダラス支部の理事をやらされました。僕は積極的にまじめにでたものですから、これを評価されて、最後はダラス市名誉市民証を貰いました。

合理的考え方の国

K) 必要なことを明確にして余計なことに金をかけない、これです。例えば、家電品でいえば掃除機は掃除できればいい、ただし音がでかいんです。しかし良く吸います。値段は大体50ドル。日本みたいにくしゃくしゃいろんな機能が付いたものはないです。洗濯機は、これも安く、50~60ドルで買えます。その代り、すごい音がします。電子レンジは20ドル、昔のチーンというやつで、ほか何も付いていない。

一方、必要なことには十分時間をかけ、金をかけるんです。工場の作業のチェックシステムにはものすごく金をかけています。作業者のレベルが非常に低いんで、何をされるか分からない。その都度工程ごとにきちんとチェックして、ゼロディフェクトにしておかなければ話にならない。例えば、工程途中でウェーハの厚みを測ったりするのに、8インチのワンウェーハで5点ぐらい測って、大体こんなもんだろうとやるでしょう。向こうは違う、ワンウェーハで50点測る。そしてそのデータをいい場合のデータと比較して、駄目なやつは自動的にはねてしまう。

—今のKLAですね、日本にも普及している。こういう背景があったんですか。

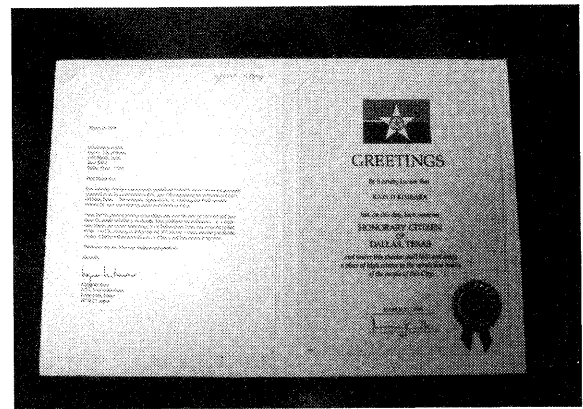
K) そうです。それからスペースシャトル、これには仰天した。向井さんが乗ったエンデバー号は、チャレンジャーから10年たっていますけど、なんと74回目の打ち上げだということです。向井さんが帰還したときはちょっとニュースが出ましたけれど、ほかのときにはニュースにもならない。事故をおこさないのが当たり前、もう74回も行ってるんだから。

これは、それが当然だというぐらいレベルを高めているということです。日本ですら種子島なんかで今でも時々失敗しますよね。

—そうですね。作業者のレベルは低いのに、なぜあんなに確率がいいのかと。

K) 必要なことにじゅうぶんに金をかける。しかし、金をかけてでもやれるだけの底力はあるぞということだけは認識なくはないかんとっているんです。

それから、自分の意見を持って主張する。自分の意見を持つということは、そのものについてよく考えているということだと思います。それで議論をわんわんやるんだけど、理解すればそれでよろしい。決めればそれでさっといくんです。だから、会議で



ダラスの名誉市民証

は何か言わねば駄目だという感じです。夫婦の間でも「アイ・ラブ・ユー」、「アイ・ラブ・ユー」としよっちゅう言ってますけど、言わなければ駄目なんでしょうね。

—日本ではあまりやり合うと、しこりを残す可能性がありますね。

K) ところが、向こうはないですね。これは立派です。しかし、上司と部下の関係になってくるとやや違ってきます。意見は言うけど、最終的に「イエサー」です。その代わり、何かあっても「私は責任を取りません、あなたが決めたんだから」と、はっきり言うんです。考え方が非常に合理的です。

ミッションの重視

K) 合理的ということをもう一遍考えてみるとミッションの重視だと思う。電気掃除機のミッションは何だ、掃除だ。掃除のミッションをしっかりとさせようではないか、あとは二の次にしておこう。

人の業務に関しても同じことです。開発エンジニアのミッションは何だとなれば開発です。だから、開発の連中は開発に無関係なミーティングにほとんど出ない、朝礼はもちろん出ません。その大部分の時間を開発に集中させる。だから非常に開発期間が短くて済む。この辺の開発効率はすごいです。日本、いや少なくとも日立と比べて差があります。

経営者のミッションは業績です。業績に対して必死になるんです。徹底的に追求されますから。COMPAQがちょっと下がっただけでも「クビだ」なんて。TIの社長のエンデバスさんは3年前に43歳で社長になった。それから半導体の大将のテンプレートさんは当時37歳でした。そういう連中が必死になって仕事をしています。

エンデバスさんは、青いジャガーで通勤されているんですけど、いつ行ってもその駐車場にジャガーがあるんです。僕は秘書室の連中に、「Mr. エンデバ



聞き手（左：岡田、右：山根）も身をのりだす

「スはいつ帰るのか」と言ったら、「いや、わかりません、大体あの人は、家にいる時間よりも会社にいる時間のほうが長いようですよ」と言うんだ。家庭を犠牲にしても集中して仕事をされて立派な業績を出しておられるんですね。

では、亭主のミッションは何だというわけだよね。いろんな亭主がいる。日本だったら、元気で留守がいいとか言うんだけど、ミッションをどう考えるかこれは非常に難しいことです。もうセックスレス亭主なんてとんでもない話だ、亭主の風上にも置けない、直ちに離婚だと、こうなるでしょうかね。

TwinStar社

K) この名前はローン・スター・ステート（テキサス州）に、業界の2大スターつまりTIと日立が作った会社という意味です。

合併会社の運営というのは、違うカルチャーをマージングしなければいけないという問題があります。二つのカルチャーといたしましても、日本とアメリカ、それからTIと日立という組み合わせがありまして、難しいところがあったんですが、結果的には非常にうまくいきました。

それは、マネジメントはTIから、テクノロジーは日立からとしたんです。総務人事関係、経理関係、生産技術関係は全部TIのやり方でやったし、社長はTIから来ている。これが非常によかったです。やはりアメリカ人は日本人では使えません。

—そうなんでしょうね。

K) ええ、やはり日本的な、日本的というのはおかしいけれど、赤提灯でしゃべるといようなインフォーマルな話は日本人には無理です。

TwinStarは設計販売なしなんです。販売はアウトプットの半々を日立とTIでもち、それぞれのブランドで売る。製造だけに集中しましたので、歩留はTI、日立の各ファームと比較してトップでした。サイク

ルタイムも最小、これは記録を作りました。製造に関しては非常に順調でした。

われわれは1プラス1イコール3でいこうじゃないか、シナジー効果で2以上の効果をというスローガンを掲げました。これが向こうもよく理解できまして、非常に運営はうまくいったんです。

これは向こうの人が言うんだが、ワーカーというのは、自分でミッションを考えて仕事をする。レーバーは「俺は、このボタンとこのボタンをこういうふうに押して、8時間たつとこれだけもらえるんだよ」というわけ。そういうレーバーを相手ににしているから、前工程におけるゼロディフェクトというやつを徹底してやった。非常に進んでいます。これはもう感心しました。

TwinStarは地の利はよかった、人の和もよかった、天の時が悪かったというわけです。DRAMの値段がドッカーンと下がってしまっただけではどうにもならなくなってしまった。

米国式経営

K) 米国式の経営の特徴を三つあげると、やはりミッションをまず重視するということです。選択し、それに集中してゆく。ミッションを基本に、手の打ち方はQ（3ヶ月）単位の経営です。ミッションとフォーカシングという面では、TIのデジタル・シグナル・プロセサー（DSP）戦略はすごいと思います。3年前の話ですが、TIはトータルの売り上げの65から60%は半導体で占め、残りがシステム製品とディフェンス関係でしたけども、そのシステム製品もディフェンスも新しい社長のエンデバスさんが売ってしまった。その上、14%あった半導体DRAMもやめてしまった。要するに売り上げの50%です。そこまでDSPに集中して現在は85%だそうです。それで赤字をださないんですから立派です。

このエンデバスさんに対するプレッシャは社内ですごかったようです。前社長は亡くなられたけれど、システム部門の出身なんで、システムもディフェンスも切れない。エンデバスはずっと半導体で、しかもDSPをやっていた人だから、ずばりとやった。ここにアメリカ式の典型的なところが表れているという感じがしていました。TIの人には具体的な例を出して申し訳ないけれど、既に成功されたお話ですから、お許し下さい。

情報管理の技術もすごい。これは低レベル作業者に生産現場で対応せざるを得ないという必要に迫られてどんどんそうなって行ったんです。それから最先端CAD、ネットワークも素晴らしいし、電子メー

ルの先進国でもある。TwinStarを作ったとき、TIの電子メールのおかげで随分助かった。後で聞くと、なんと15年前に作ったシステムだと。僕はもう降参だと思ったんです。当時、日立は私が行く1年前、94年に課長以上全員にパソコンを渡してようやくメールシステムができたところだったんです。米国の情報管理技術はちょっと桁が違うくらい進んでいます。

能力評価は非常に厳しいです、実力本位。定年退職制がないから、どんどんやめさせられてしまうということです。それがリタイヤするとなると、ハッピーリタイヤで、みんなお祝いをします。僕は「リタイヤしてあんた大丈夫なの」と言ったら、「いや、適当なジョブがあるよ」と、確かにいろいろなレベルのジョブがあるわけです。

—自分自身の納得のいくレベルでやれるわけですね。だから退職のストレスがあまりないわけですね。

K) おっしゃる通りです。僕は日本もそうならなくてはいけないと思います。日本だと定年退職で一切仕事なしということがけっこう多いですから。こういう点が随分違うところだと思います。

異国との合弁会社

K) 異国との合弁会社を経験したんですけど、ミッションそのものを考えたときに、合弁会社というものは永遠に続くものではありません。親会社の考えているミッションがそれぞれってくるんですね。最初は一緒かもしれないけど、世の中の状況、マーケットでいろいろ変わってくるわけです。だから、一つのミッションをしっかりと考えて打ち合わせ、そのミッションが終わりになれば終わりというふうに割り切らないといけません。合弁会社は、作るよりやめるほうがはるかに困難だということがよく分かりました。

次に言葉の壁がありますね。これは一生懸命努力しなければいけない。それから、カルチャーの壁というのはお互いに時間をかけて理解し合う努力が必要だと思います。多分こう言えば、彼は動いてくれるぞと思っていると、大違い。必ず最後に肝心なことは議事録として残して、相手に文書で渡しておかないと危ないです。結局相互信頼と忍耐というのが・・・。

—忍耐？

K) 日米両者共に「ペイシェンス」が絶対必要ですと、いっています。

趣味のレベル

K) 趣味というのは英語で3種類、パスタタイム、ホビ

ーとアボケーションがあるんです。ゴルフで言いますと、ハンディキャップ20台ぐらいがパスタタイム、いわば暇つぶしです。10台がホビー、趣味です。私はこのレベルに行くのが大変でした。アメリカ人が私はゴルフをやりますと言うと、大体アボケーション、シングルです。

うちの女房の「書」はアボケーションのレベルです。これは非常に異文化の交流に役に立った、実を言いますと。

—それはすばらしいですね。

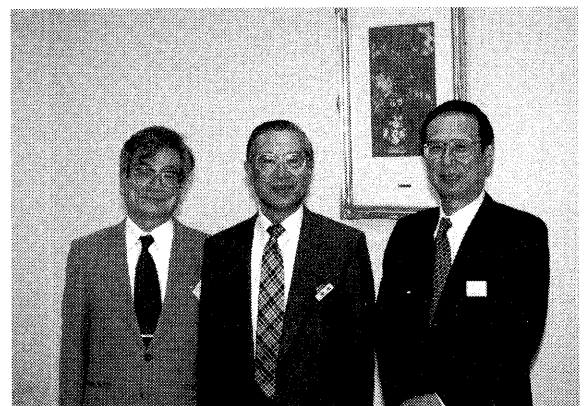
K) スキーは随分行きました。コロラド、ユタ、ネバタ州。向こうはロングランができるんです。最低で5キロメートル。大体標高3千メートルクラスですからね。そこまで行けますから、パウダースノーで素晴らしい。スキー場は大体ガラ空き、それから日本と比べて非常に静かです。スキーはアメリカでは年寄りのスポーツです。長滞在でけっこう金がかかる為です。

アメリカの生活を楽しむ

K) 夫婦同伴で生活を楽しんで参りました。単身赴任だと分からない世界がある、その通りですね。単身赴任だと異文化に飛び込めるチャンスが少ないです。夫婦なら一緒に呼ばれるとかして、行事や自然を楽しめます。行事といえばイースター、ハロウィン、感謝祭、クリスマスなど。今頃はブルーボネットというテキサスの州花がブルーの花を咲かせてとてもきれいです。モッキンバードという州の鳥は毎年違う歌を歌うというんです。国立公園がいっぱいあります。定期的に開催される音楽会も楽しみでした。

—アメリカのアフターファイブは仕事を引きずるようなことはしませんか？

K) ミッションは必死になってきっちりとやります



対談をおえて（後ろの絵は梅原龍三郎だった）

けど、アフターファイブは生活を楽しんでいる。その姿勢は立派です、例外的な人を除けば。全体にゆとりがあるですかね。

異民族と共に住む認識

K) 米国には色々な民族がいる。その人達が一緒に暮らす為に、建て前としてのポライトネスが必要なんですね。「エクスキューズミー」とか、「サンキュー」とかを連発します。感心するのは、空港出口の料金所で料金を支払うでしょう、必ず「サンキュー」とドライバがそう言います。

招待されたり、いろいろなものをもらったとき、必ずすぐに礼状を出す。グリーティングカードを送るというやり方ですね。そういう建前の国だということをよく認識しておかないといけません。イコールオポチュニティ、これも建前ですね。「本音だと言うと大体違うよ」と受け取っておかないといけないというふうに思います。民族が入り交じって住んでいたから、建前をしっかりとさせておかないと、うまくいかないということもあるんじゃないでしょうか。

一ああ、なるほど、お付き合いのルールはこういうふうにしておこうと。

K) そうです。本音といえば、その表れがガンを持つことができる国だということです。セキュリティ問題は本当に多いですね。プレノー市で週20件ぐらいはあります。白昼、強盗にあったというやつ。ダウンタウンより北側は非常に高級な所なんです。特にプレノーは高校から大学へ進学する際の統一試験の成績が全米の中でトップクラスにあるんです。そういう所ですら。危ないことがある。

しかし幸いなことに私共は滞米中、危険な目にあったとか、黄色い人種だからという理由でいやな思いをしたことは一度もありませんでした。

3年間にわたって得難い体験をすることができて、今はただ日米両国の関係の方々に感謝あるのみです。芭蕉の句で「二人見し雪は今年も降りけるか」という句がありますけれど、そんな心境です。

一長時間にわたる貴重なお話をありがとうございました。



4月度研修会

「300mmの現状と展望」

講師：小宮 啓義氏 (Selete専務)

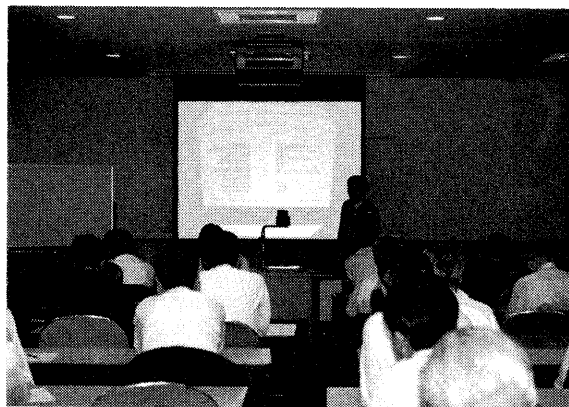
1999年4月22日 (木) お茶の水・化学会館にて

前回の講演から1年しかたっていないのでお断りしたのですが、300ミリもそろそろ区切りの時期に来たので、ぜひ一つということでしたので、お引き受けいたしました。300ミリは技術的にはほほめどがつき、あとはビジネスチャンスの問題になっております。



小宮啓義 Selete専務

折角の機会ですから、いわゆる300ミリ以外の仕事も最初に少し紹介させていただけます。現在のテーマ (98年9月現在) は将来技術の研究・開発です。その内容はArFのリソグラフィ (目標：300ミリ・0.13ミクロン) とEBの直描技術 (目標：300ミリ・0.1ミクロン) 及びTCADです。TCADは、産学協議会を作り、精度を上げるためのモデリングを大学が主になって進め、Ver.1が完成しております。国際的コオペレーションとしてはインターナショナルセ



当日の会場の模様

マテックとの間で300ミリプログラムに関してメトリックの合せ込みをやり、結果は既に公表しております。

Selete

AMHS Equipment評価

Automated Material Handling System

・300mm工場 AMHS使用

OC:5kg,FOUP:8kg

・AMHS評価は非競争領域

各社毎の評価、仕様決定無駄が多い

・Selete評価開始(98年度下期より)

開発・評価コスト削減

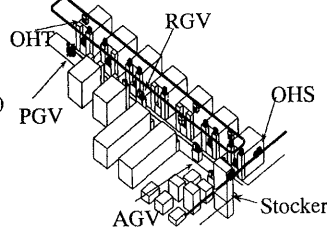
スピードアップ

(Selete委託会社&サプライヤー)

・評価項目

搬送能力、精度、パーティクル

信頼性、互換性等



Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.

図1 AMHS Equipment評価

300ミリの経過：全体の流れとしては、スタートしたときは0.25ミクロンベースでしたが、98年の途中から、①本格的に0.18ミクロンの評価を開始しました。そして、②マシンもベータないしは量産マシンだけを受け入れる方向に切り替え、③生産性と信頼性の評価に力を入れ出したわけです。少し範囲を広げて、④バックグラインドからダイアタッチまで、それからAMHS（自動材料ハンドリング・システム）の評価を始めました。前者はバックグラインド済みのぺらぺらなウエーハのハンドリングをどうするか、また後者は重量的に人手によるハンドリングが無理だということで取り上げました。ただ自動化パイロットラインをSelete内に作ることは考えていません。それぞれの要素とその間の接続性を評価します（図1参照）。⑤各プロセスにつき最低2機種（2社の意味：選択を可能にするため）の評価を、⑥2000年3月末迄に完了することを目標に進めています（図2参照）。

Selete

Evaluated Tools and Plan

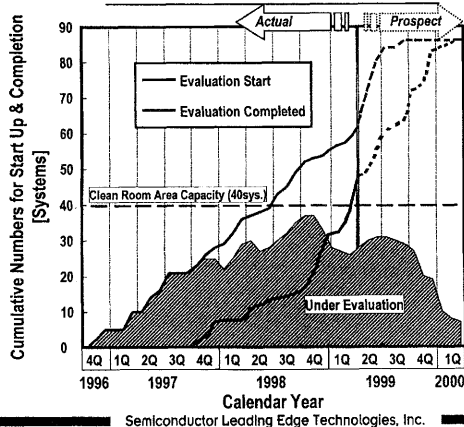


図2 Evaluated Tools and Plan

300ミリプログラムの特徴：まず、①クライアント11社で装置自身の目標スペックについて統一仕様を作成します。当然、評価方法についても作成します。②取得データは、情報のよし悪しに関係なく、すぐ11社に置きます。装置・材料に関するデータはその装置・材料メーカーに即刻届けます。③評価はプロセス性能と生産性の両方を行います。目標はコールドランで5,000枚、ホットランで1,000枚ノントラブルです。④モジュール評価では、例えば3、4枚のマスクを使って単位構造を作り、電気特性をはじめ、界面とか、表面の状態を信頼性を含めて評価します。⑤Seleteのクリーンルームで評価します。⑥Seleteが所有する30台余のインスペクション・アナリシス・ツールで評価します。⑦装置・材料メカと協力して改善を進めます。⑧評価費用は全部Seleteでもちます。

Selete

Tool Maturity

Nov. 98

Process Performance		Process Tool	Productivity	
0.18 μ m Level	0.25 μ m Level		Pilot Line Level	Volume Prod. Level
←UE→		Scanner		←UE→
		Litho Track		←UE→
←UE→		Dry Etcher	←UE→	
		Asher		←UE→
		Thermal	←UE→	
		Ion Implantation	←UE→	←UE→
		LPCVD		
		CVD	α -tool	
		SOG-Coat	α -tool	
←UE→		Metal	←UE→	
		Wet Station	←UE→	
←UE→		CMP	←UE→	

UE: Under Evaluation

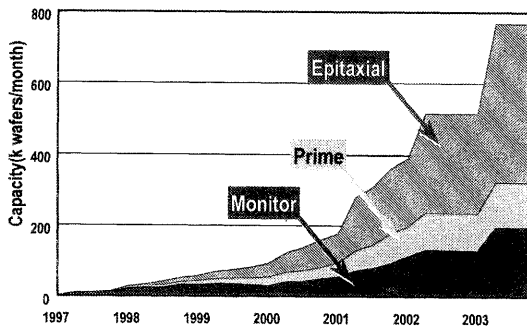
Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.

図3 Tool Maturity

現段階の到達レベルを図3に示します。プロセス性能の中では0.18ミクロンでは例えば、リソのトラックが使えます。生産性の中では量産で使えるのはまだLPCVD一つです。生産性は、はっきり言って単純ミスが多いので、きちんと設計し製作すれば解決するはずです。

現状のまとめ：装置に関して、①0.25ミクロンベースあるいは0.18ミクロンベースという同じフィーチャーサイズで考える限り、200から300ミリへの遷移には、特に技術上のジャンプはありません。②同じコンセプトの装置できちんと拡大すれば、同じ性能が得られる状況になっています。0.18ミクロンでの確認はこれからですが、ほぼ同様でしょう。これからいきますと、製造コストは10%程度の上がりには止まります。③同じプロセス性能がサイズを大きくすることで得られます。④生産性に関しては、まだかなり改善が必要です。ただ、そんなに難しい改良とは考えられません。

300mm ウェーハの供給量



Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.

図4 300mmウェーハの供給量

ウェーハに関して、⑤0.25ミクロンに関する限り、一応メカニカルと表面品質、それから最近の電氣的データではほぼ満足する数字が出ています。0.18ミクロンとエピの仕様はこれから決めます。⑥シリコンメーカーさんではパイロットプロダクションをやっておられます。

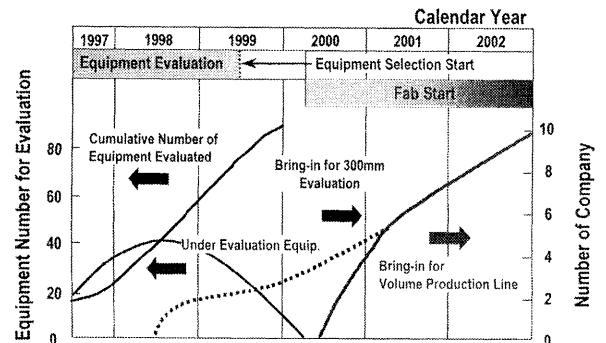
図4は世界8社の数字を集計したものです。エピタキシャルの比率がずっと高くなっています。最近、エピタキシャル・オプティマイズド・サブストレイト（略してEOSウェーハ）に一役かんでいます。コストに占める割合の中で引き上げが一番大きいことに着目し、品質をエピでカバーし、サブの品質をどこまで落とせかの検討です。

コストの推測：生産性を落とす装置、例えばステップ、スキャナなどいくつかありますが、ほとんどの装置が単純拡大のできるもので、装置のデプレシエーションは1.25倍ぐらいに収まると考えています。チップの数は2.25倍以上になるわけです。ランニングコストはウェーハのコストを入れて1.8倍まではいかないだろうというのが今の予測です。これでチップコストは30%ぐらい低減できるめどが立ったことになります。またこれをベースに計算すると、同じチップ数を製造するための製造ラインの投資は3~4割ダウンとなります。

ただし、上の計算は能力を落としても同じ効率が得られるということを前提にしています。現状では2万枚/月が理想的な最低容量で、1万枚では85%ぐらいまで低下します。実はこれが最大の問題です。2万枚というのは200ミリウェーハの5万枚に相当しますから。

300ミリファブの稼動時期：Seleteが予測する300ミリファブシナリオを図5に示します。半導体産業研究所のシリコンサイクルの研究の結果を借用すると、2001年

300mm Equipment Evaluation & Fab Start



Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.

120198 4th Selete 300mm PEPA

図5 300mm Equipment Evaluation & Fab Start

に新しいファブが必要になります。その内のいくつかは必ず300ミリになるというシナリオです。そうすると、2000年の中頃によいよ装置の搬入が始まり、2001年から量産が始まります。今日はこの辺で終わります。(拍手)

小宮氏の講演はここまでだが、引き続き質疑応答があった。その中で興味深い問答を2、3示してみよう。

質疑応答

—300ミリはバッチ式ですか？

小宮 搬送は多分バッチ、枚葉は搬送に負担が掛かり過ぎます。プロセス装置はほとんど枚葉です。

—他国の状況は？

小宮 インテルがパイロットラインのスタートを決めました。シーメンスとモトローラの合弁会社のは初期の装置が多く効率が良くないと思います。

—CoOモデルは？

小宮 ベースはセマテックモデルを使うつもりです。場所が変わる因子は空白とし、例として標準値を示します。マシンそのものは全部入れるつもりです。

—CMPは間に合いますか？

小宮 一番問題のある装置です。はっきり言って現時点では均一性が充分ではありません。

この後、フロアを移して懇親会となった。今回の料理は「いつもより少し贅沢」と事務局は言っていたが果たして本当かどうかは？ 吉江洋協会諮問委員（三洋電機 顧問）による乾杯の発声の後は、いつもの通り和やかな懇親会となった。終了後もお茶の水近辺の止まり木にぶら下がっていたご仁もあるやに聞くが、これまた本当かどうかは？ とまれ、こうした懇親の場も無駄にならないSSIS研修会、さらに多くの会員の方が参加されることを望みたい。

SSIS、UNIDO (国連工業開発機関) の 調査ミッションに協力 —加藤俊夫会員、ウズベキスタンへ—

UNIDO東京投資・技術移転促進事務所から「ウズベキスタンの産業を調査し、今後の指針をまとめるべくミッションを派遣するので、エレクトロニクス分野に適切な人材を推挙して欲しい」という要請がきたのは今年のはじめ。運営委員会で人選の結果、現在コンサルタントを開業している加藤俊夫会員に白羽の矢が立った。以下は加藤会員による現地レポートである。

こうした案件がSSISに寄せられることはまことに喜ばしい。本案件をSSISにご紹介下されたEIAJの進藤電子デバイス部長にはこの場を借りて深甚の謝意を表すとともに、協会に万幅の信を寄せていただいたUNIDOはじめ関係各位にお礼を申し上げたい。

遙かなるタシケント

厚木エレクトロニクス 加藤俊夫

ウズベキスタンをご存知ですか？ サッカーのワールドカップで対戦した国ですって。事実インターネットでウズベキスタンを検索するとサッカーの話題ばかり出てきました。ここは中国からローマへ続くシルクロードのちょうど真ん中、古くはアレキサンダー大王に征服され、続いてイスラム、蒙古と多くの人種・民族が出入りし、最後はチムールが中央アジア一帯をまとめてサマルカンドに壮大な都を造り、今も訪れる人を驚愕させるに十分な歴史を持った国なのです。20世紀になってソ連の一員として、綿花の生産と金の採掘で発展した。ソ連が崩壊したため、突如予期せぬ独立国になった訳ですが、残念ながら綿花や金の市場価格が下がったため、現在は経済的に苦境に落ち、元々あったエレクトロニクス産業もほとんど壊滅してしまっている。

ウズベキスタン政府や関係者は、電子産業の発展のためマイクロエレクトロニクスに注力する必要を理解しており、UNIDOに援助をもとめた。UNIDOは事業の一つとして、専門家をウズベキスタンに派遣して実状を調査し、今後の指針をまとめることになり、エレクトロニクスの専門家として私が指名され、他の4名の方々と4月2日から12日まで訪問して来た。

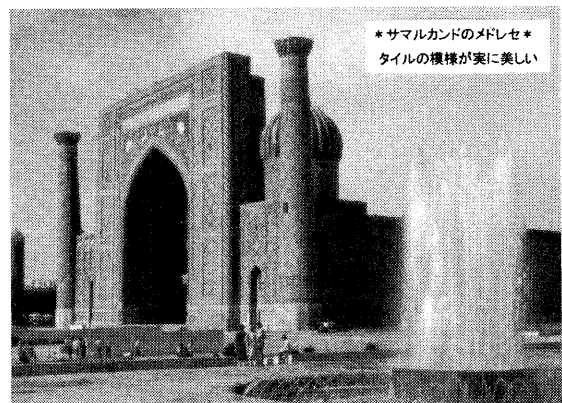
飛行ルートは成田—ソウル—タシケント (ウズベキ

スタンの首都) である。なぜソウルから直行便があるかと言うと、その訳は第2次大戦まで遡らねばならない。第2次大戦中、ソ連領内に住んでいた朝鮮人が日本に味方して何かすると思ったのか、数十万人の人がウズベキスタンに強制移住させられたのである。現在20万人の朝鮮人がここに住み着いており、韓国との結びつきが強く、ソ連崩壊後、DAEWOO (大宇) がいち早く自動車工場を作った。現在タシケント市内を走っている車の半分はDAEWOO製で、残り半分は臭い排気ガスを出す旧ソ連時代の箱型車で、交差点に来るとエンコするらしく、2・3人で後ろから押している風景はいつでも見掛ける事が出来る。なお、今年6月から名古屋—タシケント間に直行便が週一回飛ばすようになり、7時間半で行けるので、是非観光にでもお出掛け下さい。

さて、肝心のマイクロエレクトロニクス企業であるが、月から金まで毎日1社訪問する予定が組まれていたが、トランジスタを作っていたのは1社のみであった。他は、ガラス加工技術を活かしてシャンデリアやカットグラスを作っていたり、窓サッシ、自動車のナンバープレート、卵のインキュベーター、スパゲッティ製造機など、もう生きるためには何でも手掛けると言った状況で、日本の戦後と同じである。それでも、工場はガランとしており稼働率は半分以下であることは間違いない。

電子産業と呼べるものは、フォトン社のトランジスタの他、テレビのフライバックトランス、プリント基板など、日本の基準で見れば実験室程度の小規模なものがあった。テレビなどのアッセンブリもあったが、完成したテレビが梱包済みで1000台以上積んであり、出荷の目処が立っていない。なぜ出荷しないのか、その訳は後で説明しますが、これこそこの国の大問題なのです。

さて、皆様のご関心のトランジスタ工場ですが、生産ラインは丁寧に全て見せてくれました。しかも、どこでも背広のまま自由に入れてくれます。一応フォト



サマルカンドのメドレセ
タイルの模様は実に美しい

プロセスだけはクリーンルームですが背広OKです。マスクライナーはコンタクト式、CVDはなく、アルミのデポは真空蒸着、ダイシング後はウエハーの裏から女性作業者がピンセットで押してチップにし、ばらばらになったチップを1個1個ガラス板の上に並べていました。実に私が30~40年前にやっていた作業とそっくりで、懐かしいやら、情けないやら。しかもラインはほとんど稼動しておらず、拡散炉にも火は入っていないので、これではいざ再開の時大変でしょうと質問すると、担当者もその通りと言っていた。装置はほぼ100%旧ソ連製で、日本で見掛ける装置は1台もなかった。

以上のようにトランジスタ工場と言っても設備はあるだけでほとんど稼動しておらず、歩留りもコストもリードタイムも何も分からない。この1社を見ただけで、電子産業の将来について何か言えと言われても困ってしまう。ただ、会った人は誰もがテレビなどの自国または中央アジア一帯で消費される家電の生産には意欲的で、時期が来れば発展する可能性はあるでしょう。

さて、工場は稼動しなければ実力も向上しない。

なぜ、稼動率が悪いのか？

それは第1表が全てを物語っている。ウズベキスタンの通貨はスム (SUM) であるが、対ドルレートが3種類もある。95年3月と99年3月のレートを見ると、Officialでは4倍に下落しているが、Unofficial (所謂ヤミ) では10倍下落している。ドルの手持ちが不足してレートがどんどん下落する訳です。現在、OfficialとUnofficialの差は4倍である。ヤミとは言っても、町のどの店でも自由にこの率で両替してくれるので、極めて明朗なヤミである。

	Official	Commercl	Unofficl
'95年3月	26.1		42
'96年3月	38.0		52
'97年3月	55.2	65.2	150
'98年3月	82.9	92.8	172
'99年3月	113	137.8	435

OfficialとUnofficialが4倍違うのでドルで表示されていると迷ってしまう。

さて、テレビを作る企業の経営を考えると、ほとんどの部品は欧米または日本・韓国から輸入しなければならない。ところが国の財布にドルが無いので一部の登録された企業のみドルが割り当てられており、それも極めて額が少ない。テレビを売るとスムはいくらでも入ってくるが、スムで次の部品を海外から購入することは出来ない。次のテレビを生産することが出来ない。ところが手持ちのスムは1年で価値が半分以下

落するので、テレビを半値で売ったのと同じである。それなら売らないで在庫にしたほうが良い。と、こんなストーリーでテレビ工場に梱包した製品が山積されることになり、トランジスタの需要も激減して稼働率が益々落ちると言う悪循環に入ってしまった。この経済状況を変えない限り、電子産業の方針云々も絵に描いた餅になってしまう。経済再建、電子産業発展の道りはまだ遠い。「遙かなるタシケント」である。

悲観的な話をしたが、将来を考えると次の点に注目したい。

- ①ウズベキスタンは人口2300万人で、この地区では意外に多い。カザフスタンやタジキスタンや他のスタンのつく中央アジアの国の人口は5000万人になり、電子産業の市場としてはかなり大きい。それにも拘わらず、欧米や日本の電子産業関連の企業が余り進出しておらず、真空地帯になっている。
- ②中央アジアの交通・物流の中心として発展が期待される。住友商事が現在タシケントに巨大な物流センターを建設する計画を持っている。
- ③現在のカリモフ政権は、独裁的ではあるが一応安定している。国内の治安は極めて良い。日本に対する一般の国民感情も良い。タシケント市内には立派な劇場があり、戦後ソ連に抑留された元日本兵が建てたものである。1966年の直下型地震で市内の多くの建物が倒壊した時、ここだけがびくともせず流石日本人が作った建物は違うと、日本株が上がったそうである。ただ、今年市内数箇所ですイスラム過激派による爆破事件があったので警護がかなり厳しい感じがした。

このような状況から、長い目で見れば日本との関係はどんどん発展すると思われる。しかし、しばらくは観光で日本人が多く行くのではないかと思う。見所はサマルカンドの壮大なイスラム建築の数々、活気溢れるバザール、それに地平線の彼方まで続く大草原など、是非皆様に見ていただきたいものばかりである。それに人種のルツボも面白い。今回、通訳 (英語→ロシア語) してくれた女性は実に知的で機転が利き、我々のビジネスを良くサポートしてくれたが、この人はタタール人だそうである。私はタタールと聞くと、ラクダに乗った遊牧民をつい思い浮かべてしまうが、とんでもない。素晴らしい近代的な女性であった。「ラクダはどこに居ますか?」「そんな物は我が国には居ない。見たければトルクメニスタンに行け」と言われてしまった。しかし、道路を走っている時、木の葉を食べている一匹を発見、一行全員思わず「居た、居た、見たぞ!」と叫んでしまった。従って、ウズベキスタンにラクダが居ると断言出来る。



通訳のタチアナさんと筆者

今回、初めてウズベキスタンを訪れ、多くの企業や政府機関の方々、それに日本大使や日本人ビジネスマンの方々にお会いした。厳しい環境の中、皆さん努力されているのを拝見し、今後微力ながら日ウ親善のため出来ることがあればやりたいと思うとともに、再び訪問し、三蔵法師の足跡やシルクロードの歴史など実地に見学したいものと思っています。皆様もどうぞ。

【後日談】 加藤会員は今回のミッション以来すっかりウズベキ・ファンになってしまった様子。先日のリチャード・クー氏の講演の後の懇親会でも、お願い申しあげたところ快くウズベキ・レポートをご披露いただけた。加藤氏は彼の地の、地平線の彼方まで続く草原に魅せられたようだ。

さらに聞くとところでは、どうやら加藤氏は夏休みに令夫人とともにウズベキ再訪を果たすらしい。

関西地区特別研修会 (6/14)
賛助会員連絡会・特別講演会 (6/17)
開催される

梅雨とはいえ真夏のような気候の中、14日(月)には大阪のシステムLSI技術学院で、関西地区特別研修・講演会が川西 剛 会長をお招きして開催された。また17日(木)には、東京のホテルグランドパレスで、賛助会員連絡会(賛助会員各団体に協会の活動現況をご報告し、ご意見を承る場)が、引き続きリチャード・クー氏をお招きしての特別講演会が開催された。

いずれの行事も盛会のうちに終了したが、特に17日には"JAPAN as No.1"の著書で高名なエズラ・ヴォーゲル ハーバード大教授も飛び入り参加するといううれしいアクシデントもあった。ヴォーゲル教授はにわかにスピーチを求められ困惑の体で登壇されたが、達者な日本語で会場は大いに沸いた。詳細報告はまた次号で...

みみずの戯言

ゴールデンウィーク明け、NOSIDEの取材で金原さんにお会いした。その折、TwinStarで実施した「黒衣システム」の話伺った。

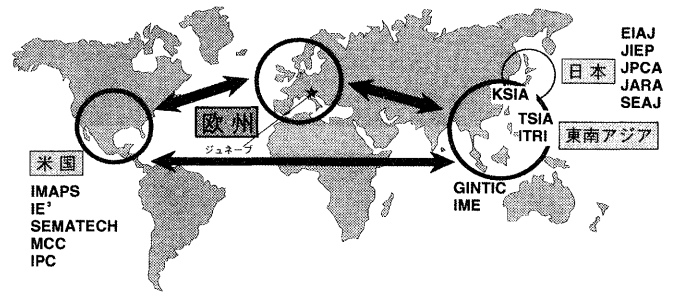
向こうでは新卒の連中が「俺はCVDをやりたい」、「私はこれをやりたい」、と発言する。危なくてやらせられるかということで、大ディスカッションをした。その結果、歌舞伎でいう黒衣システムでいこうとなった。スタートする前に新人の連中にはよく言い聞かせた。もし、しくじったりすると大変なことになるから、「必ずこの連中のアドバイスを得てやれ」と。「許可を得てやれ」と言う。「何で俺にやらせないか」となってしまうから、「アドバイスを得てやれ、必ず聞け」と。彼等は意識としては専門家なんですね。意気込みが日本の新卒と全く違います。

この話を聞いて、入社した頃の私と重ね合わせてみた。昭和29年、当時主任だったO氏から「君にはトランジスタをやってもらおう」、と言い渡された。「専門が違うから」と断ったところ、「大学は研究のやり方を教えるところだ。文献の引き方を覚えていればそれでいいんだ」と来た。大学を軽く見た失礼な話だなとそのときは思った。しかし、その後の私を含めて半導体では学軽視の風潮がずっと続いたように思う。

これではまずいと皆が気付いたのは、USカンパニの一撃を食らったときである。あの前後、USでは製造技術を扱ったシンポジウムやミーティングが次々と開催され、そこへの学の発表件数がにわかに増加した。ことの真相を知らぬ私は、今USでは地滑り的な変動が起きているなどと出張報告をした。

一方、日本のプロジェクトはGaAsに偏重していた。あれやこれやで学の中でSiの影は薄かった。最近環境がだいぶ好転したのではないか。しかし、学の反応はいま一と聞いている。早く元気になってもらいたい。話が飛躍するけれど、そうなれば、「俺はこれをやりたい」、「私はこれやりたい」と意気込み盛んな新卒が日本にだって続々と誕生するに違いない。

(O)



日本は極東：異質な国

図2 ICカード世界市場動向

21世紀に向けた半導体実装技術の行方

春日壽夫 (日本電気(株) 半導体高密度実装技術本部)

1. はじめに

21世紀の本格的なマルチメディア社会を目前にして、日本においては情報・通信・家電の融合セットを目指した様々な電子機器の開発が盛んであり(図1)パーソナル化(小型・軽量・薄型化)、高速・デジタル化、高機能化、大容量化、低コスト化が機器開発のキーワードとなっている。いわゆる「いかに小さくするか、いかに便利にするか、いかに安くするか」と言う事に、情報・通信・家電機器メーカーが競い合っている。

これらのマルチメディア機器を実現するためのキーテクノロジーとして、その心臓部にあたる半導体集積回路(LSI)技術は「デバイス配線の微細化技術」により大容量化、データ伝達の高速化が着実に進んでいる。この電子機器と半導体デバイスのインターフェースとなる「実装技術」は、小型・薄型・高速化を目指すマルチメディア機器を実現するために高密度化に向けてその重要性はますます高まってきている。

米国では、半導体分野についてSIA(米国半導体工業会)とSEMATECH、プリント回路基板分野ではIPC(米国プリント回路工業会)、電子機器分野ではNEMI(米国電子機器製造技術協会)が相互に協力し合いなが

らそれぞれの分野でのロードマップを策定し、国家レベル研究組合、軍、大学、民間会社がこの実装技術分野のロードマップ策定、先端技術開発に力を入れている。東南アジア(中でも台湾、シンガポール)の半導体、実装技術に関する意気込みとその技術開発進捗は目覚しく、国家レベルの研究組合で産・官・学協力体制により日本はすでに追いつかれ更には追い越されようとしている。欧・米・東南アジアは人的交流の活発化と英語によるオープンな情報交流がなされており、切磋琢磨している(図2)。

日本が得意としている実装技術は、その領域が広く高度情報社会を実現するため種々のC&C(情報処理・通信ネットワーク)分野にまたがる統合システム(システムインテグレーション)技術である。半導体デバイス・パッケージ、光デバイス、C・R受動部品、コネクタ等の機構部品、プリント配線板、実装設備、実装材料(はんだ、接着剤、フラックス等)、システム設計、回路配線設計、検査、評価などの各技術分野では世界に遜色がないが、システムとして業界各社が横断的な連携を持ち各社が開発しているかということ、各社が個々に独自の立場で活動している場合が多く、基本的な共通インフラストラクチャ(基盤技術)を整備するという観点からは効率が悪い。米国、欧州、東南アジア海外各国の国をあげての実装技術に対する取り組みを見ていると、日本においても実装技術の将来動向につき業界各団体がまとまって横断的に議論をし、各技術分野のあるべき実装システム(システムインテグレーション)構築のために個々の分野に設定された目標に向かって技術開発を推進し、日本における電子産業界の実力の底上げを図る必要がある。

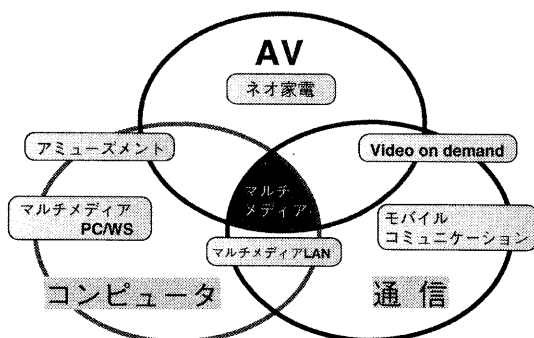


図1 マルチメディア市場

2. 半導体から見た実装技術動向

半導体パッケージ技術業界では、LSIが世の中に出てきて以来大きな二回の高密度実装技術革命を経験してきている(図3)。

2.1 表面実装技術の出現(実装技術第一次革命の波)

第一の波は、1970年代の後半に電子卓上計算機(電

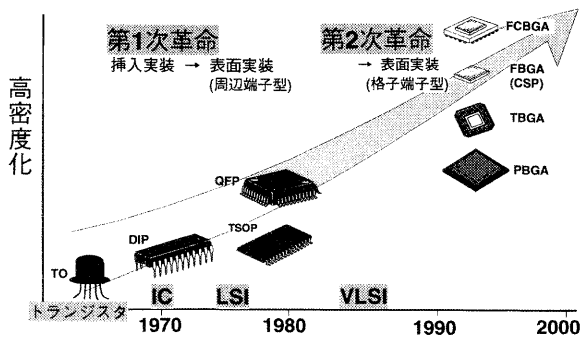


図3 半導体パッケージにおける高密度革命

卓)の軽薄短小化、低コスト化を図る電卓業界の要求により、LSI(集積回路)用主流パッケージであったDIP(Dual In-line Package)に代表される従来の端子挿入実装技術(Through Hole Mounting technology)、ガルウイング型端子を有するQFP(Quad Flat Package)に代表されるリードが突き出した周辺端子(Peripheral lead)型パッケージによる表面実装技術(Surface Mounting Technology)が出現した時期であった。既に受動部品ではチップ部品のように表面実装部品が市場にでていたが、半導体部品においても両面実装化を可能にする表面実装部品がでるに当たり電子機器への高密度実装化に大きな進展を促した。

2.2 ボールグリッドアレイ実装の出現(実装技術第二次革命の波)

第2の波は1990年代前半、パソコンの低価格競争が引き金となり、実装作業性と高密度化により有利なボールグリッドアレイ(BGA)というパッケージが出現したことである。このBGAの基本形はPGAのピン端子を、はんだボールの端子にして表面実装を容易にし、且つパッケージ基板を高価なセラミックではなく安価なプリント配線版と同じガラス繊維入りエポキシ材を用いたいわゆるPBGA(Plastic BGA)である。更に多ピン化小型化のためには、パッケージ基板上の配線パターン及びチップ上のボンディングパッドをファイン化するために有利なTAB技術がある。しかしながらTABの基板実装においては、一括はんだリフロー技術が使えず、他の部品を両面実装した後、個別に実装しなければならなかった。この従来TAB技術の唯一の欠点であった基板実装を、BGA実装にし一括はんだリフローを可能にしたTBGA(Tape BGA)が開発された。更に超小型化のために、様々なCSP(Chip Size Package)が開発された。

CSPとは、小型パッケージの中でも「チップサイズに匹敵する」という概念を表す名称であり、従来から有るパッケージの派生品群の総称である。このCSP群

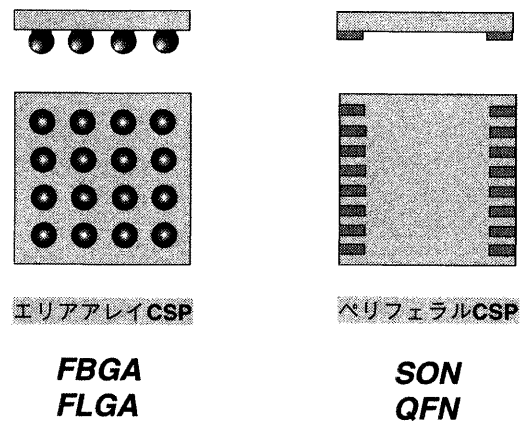


図4 CSP群の分類

には、現在パッケージの外部端子がパッケージ面に格子状に配列された(エリアレイ型:格子端子型)FBGA(Fine pitch BGA)やFLGA(Fine pitch BGA)と、端子がパッケージ面の周辺に配列された(ペリフェラル型:周辺端子型)SON(Small Outline Non-leaded package)やQFN(Quad Flat Non-leaded package)が実用化されている(図4)。中でもBGAタイプであるFBGAが実装の容易さから広く使われるに至り、高密度実装を実現するための技術の流れが今やQFPやTCPに代表される周辺端子型パッケージ実装中心からボールグリッドアレイ(格子端子)型パッケージ実装という大きな潮流へと確実に移行している。

3. CSPの出現

1996年は、CSP群の実装元年とも言える実装技術業界の歴史の中でも一つの大きな足跡を残した年であった。世界で始めてFBGA(EIAJで定義しているボールピッチ0.8mm以下のBGAタイプCSP)を搭載したソニーのデジタルカムコーダ(DCR-PC7)が発表されたことはまだ記憶に新しい。ソニーはこのパスポートサイズに合わせるためにFBGAとFLGAを合計20個採用し基板面積を従来のQFPを使用したときに比べ37%縮小することが出来た。このFBGA群の中で最多ピンは208ピンのロジックデバイスであり従来のQFP(0.5mmピッチ28mm角)に比べて、採用されたFBGA(0.5mmピッチ10mm角)は面積で9分の1、重さで31分の1となる(図5)。この歴史的な発表は日本のみならず世界の注目を集め、さまざまな学会、シンポジウム等で日本の「CSP群」の実装技術開発及び標準化活動の進み具合が注目を集めている。この年を契機に、電子機器メーカーは、チップサイズとほぼ同等でかつ半導体パッケージの機能(互換性、品質保証、実装容易性)を備えたFBGA等のCSP群の出現で一気に機器の超小型化競争に突入していった。

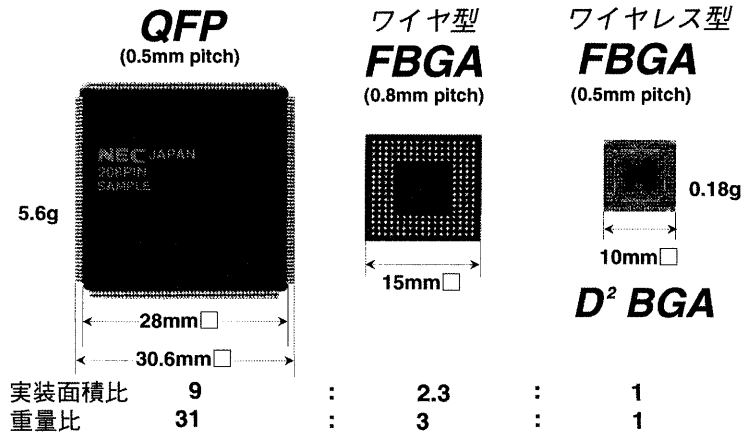


図5 半導体パッケージの小型化 (外部端子数208p)

分類 実装形態	テープタイプ Tape type	プラスチックタイプ Plastic type	セラミックタイプ Ceramic type
フェイスアップ Face up	<p>TI, シャープ, 富士通, 日立, ローム, 亜南, 沖, 東芝, NEC (FBGA)</p> <p>サンヨー, シャープ, 三菱, 富士通, NEC, 東芝 (FBGA)</p>	<p>NEC, 三菱, モトローラ, 亜南, 東芝, Citizen (FBGA, FLGA)</p> <p>ソニー (FLGA)</p> <p>松下, 東芝 (QFN)</p>	
フェイスダウン Face down	<p>NEC (FBGA)</p> <p>ローム (FBGA)</p> <p>ソニー (FLGA)</p> <p>日立, 亜南 (FBGA)</p> <p>日立 (FBGA)</p>	<p>Chip Carrier Citizen, モトローラ, ソニー, NEC (FBGA)</p> <p>チップ リード ワイヤ 東芝, NEC, 富士通 (SON)</p> <p>三菱 (FBGA)</p> <p>シリコン 富士通, 沖 (FBGA)</p> <p>東芝, 亜南 (FBGA)</p>	<p>セラミック 封止樹脂 フィルム Chip Carrier 松下 (FLGA)</p>

図6 超小型・軽量化パッケージのバリエーション

4. さらに多様化するFBGA技術

1990年代初期にCSPと言うパッケージが出現して以来、さまざまな構造が提案されてきたが(図6)、中でも現在の主流と言えるのはFBGAであることは前述した。このFBGAは、いわゆる究極の実装形態であるFCと同じく、はんだボールを有する形態であるが、FCのベアチップとしての欠点であるKGD(品質保証技術)、実装性、互換性の問題を解決するコンセプトで開発されてきた。このパッケージは、機器の携帯化をめざすマルチメディア市場から熱い眼差しで注目されており、コスト、実装信頼性の観点やさらなる高性能、高密度実装の可能性の観点からの開発が盛んである。

5. まとめ

21世紀は、間違いなくさらに高度化された情報通信ネットワーク社会がくる。さらには人類の夢であった鉄腕アトムの世界が実現されるものと思われる。その過程では現在の半導体技術を如何に集積化するという事で三次元実装、Si球LSIと言った現在のシリコン改

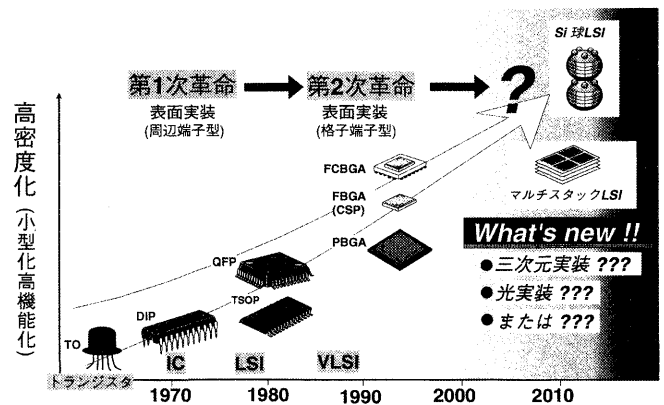


図7 半導体における高密度革命 21世紀に向けた技術ロードマップ

良技術や大規模情報処理のための光デバイスによる技術革新が進むと思われるが、その先は何が来るのかはまだ誰の目にも見えていない。省資源・省エネルギーの観点からも人間の神経回路や五感を参考にした生物化学的アプローチが必ず必要になるとわれ、中長期のキーデバイス技術ロードマップを常に見すえた実装技術開発が必要である(図7)。

マイクロプロセッサ技術 —先端半導体テクノロジーのドライバー— 新井智久（日本電気(株) マイクロコンピュータ事業部）

はじめに

パーソナルコンピュータやワークステーション、家庭用ゲーム機の頭脳として注目を集めているマイクロプロセッサですが、世界最初のマイクロプロセッサが電卓用のカスタムICから始まったことはご存知のことと思います。半導体技術の進歩によりコンピュータのプロセッサの基本部分を1個のチップに集積できるようになり、世界最初のマイクロプロセッサi4004が誕生したのは1971年のことで、以来マイクロプロセッサは脅威的スピードで進化を遂げてきました。1990年代になると、大型汎用コンピュータにも使用されるようになり、さらには64bit処理化、並列処理化、動作周波数の向上などにより高性能化が進み、いまやコンピュータ技術をリードするまでになっています。またその性能向上に伴ってマイクロプロセッサの応用範囲も急速に広がっています。以前は専用のLSIや専用のデジタル信号処理プロセッサ（DSP）を使用しなければ実現できなかった様々な処理、例えばサーボ制御、モデム処理、音声の圧縮伸張、音声合成、音声認識、画像の圧縮伸張、画像認識といった処理が、マイクロプロセッサを用いたソフトウェア処理でできるようになってきました。

高性能化技術の現状と展望

現在、マイクロプロセッサの性能向上の原動力となっているのは、動作周波数の向上とアーキテクチャの進化です。そして、これら二つの進化を支えているのが、半導体技術の進歩ということになります。微細加工技術の進展は、トランジスタの動作速度を着実に向上させておりますし、さらに微細化が提供してくれる集積度の向上は、最新の高性能化アーキテクチャをチップ上に実装することができるようにしてくれています。

動作周波数の向上

1998年2月にサンフランシスコで開催されたLSI回路技術に関する世界最大の国際会議であるISSCC98において、ついにマイクロプロセッサの動作周波数は1GHzの壁を破りました。64bitの整数処理プロセッサの実験的な試作ではありましたが、大変大きなニュースとなったことは記憶に新しいところです。既に商用マイクロプロセッサの分野においても667MHz動作が達成され

ており、量販品であるPC用のマイクロプロセッサでも500MHz動作のものが店頭に並んでいます。世界最初のマイクロプロセッサとなったi4004の動作周波数は750KHzでしたから、実に1,000倍の速度向上が達成されたこととなります。

こうした動作周波数の向上は、プロセス技術進歩によるゲート遅延時間の短縮と、集積回路技術による1クロックサイクル間に通過するゲート段数の削減とにより支えられてきました。ゲート遅延時間の削減は、プロセス技術の順調な進化により今後とも従来の改善のペースを当面は維持できると考えられています。一方、回路のゲート段数の削減に関しては、ある意味で限界を迎えています。複雑な高性能化アーキテクチャを実装するために、マイクロプロセッサの内部論理回路は複雑化する一方だからです。しかしながら、回路技術の改良や、アーキテクチャ面からの制御論理の簡略化などにより、実効的なゲート段数の削減が今後とも続けられて行くでしょう。マイクロプロセッサの動作周波数は、これまでほどの急激なペースを維持することは難しいと思われませんが、それでも高性能化の原動力として向上し続けると考えられています。最近発表された米国SIAのロードマップでも、マイクロプロセッサの動作周波数は2014年には量産品で2.3GHzに、高速品では3.67GHzに達するであろうと予測されています。

アーキテクチャの進化

最新マイクロプロセッサでは、その集積度の向上を利用して様々な高性能化アーキテクチャの搭載が進んでいます。スーパースカラ技術と呼ばれる命令の並列処理技術を用いると、実に十数個もの命令を同時に処理することができます。また、マルチメディア時代を睨んだアーキテクチャ上の改良も進んでいます。例えば、画像や音声、三次元グラフィックスといった大量のマルチメディアデータを効率よく処理するための命令機能の拡張などがあります。マルチメディア用命令拡張としてはインテル社のMMX（Multi-media Extension）が有名ですが、こうしたマルチメディア用の命令機能の拡張は、もともとワークステーション用の高性能RISCマイクロプロセッサで始めて導入されたものです。現在では組み込み用途のマイクロプロセッサにまで広く搭載されるようになってきました。こうしたアプリケーション指向のアーキテクチャの改良は、今後ますます盛んになって行くでしょう。

もうひとつアーキテクチャ進化の中で忘れてならないものが、キャッシュメモリ技術を中心とするマイクロプロセッサのメモリ・アーキテクチャの進歩です。DRAMの速度向上がマイクロプロセッサのそれと比較

して遥かに緩やかであるため、集積度向上を利用した大容量キャッシュの搭載や、キャッシュミスした際のペナルティが隠蔽されるようなアーキテクチャ上の工夫なしには現在の高性能マイクロプロセッサを語ることはできません。メモリ・アーキテクチャ技術は、今後の高性能プロセッサ実現の鍵を握る最重要技術のひとつです。

ISSCC99に見る最新マイクロプロセッサ技術

ISSCC99は、173件という過去最高の発表論文数を集めて2月14日から18日にかけて約3000人とほぼ昨年並みの参加者を集め米国サンフランシスコで開催されました。ISSCC98で発表された1GHzマイクロプロセッサのような超目玉はありませんでしたが、ソニーの次世代家庭用ゲーム機（プレイステーション2）用のマイクロプロセッサ（後にEmotion Engineという名称が発表されました）やインテルのPentium IIIなどが注目を集めました。マイクロプロセッサの論文は、マイクロプロセッサ用の浮動小数点演算機やキャッシュメモリ、PLL（Phase Locked Loop）などの関連論文を含めて全部で21件あり、ここ数年の中でも最も発表論文の多い

年でした。また、ターゲットとする応用も、汎用大型コンピュータ、PC、携帯端末、家庭用ゲーム機、マルチメディアなど広範囲にわたっています。昨年まで続いていた周波数競争は一段落した感があり、インテルPentium IIIの常温（25℃）で650MHzが最高動作周波数の発表でした。全体としては300～600MHzくらいの実用ベースに近い発表が主流でしたが、次世代に向けたものとしてSOI（Silicon On Insulator）技術の本格的検討などが行われています。表1および表2に主なものをまとめます。

SOIに関しては、IBMおよび三星電子からマイクロプロセッサや大容量メモリへのSOI技術適用の報告が相次ぎ、「SOI Microprocessor and Memory」と題する独立したセッションが設けられました。マイクロプロセッサに関しては、いずれも既存マイクロプロセッサをSOI化した報告で、適用したSOI技術については若干の違いがあるもののいずれの報告も従来比20～30%の性能向上を達成しています。しかしながら、従来のバルクCMOSに対して圧倒的なアドバンテージを得るまでにはいたっておらず、まだまだ賛否両論といったところ です。しかし、SOIは本年の会議で最も注目を集め

表1 ISSCC99の主なマイクロプロセッサ

名 称	PA-8500	G5 S/390	K7	Pentium III	PowerPC G4
メーカー	HP	IBM	AMD	Intel	Motorola
特 徴	1.5 MBキャッシュ	メインフレーム用	マルチメディア対応	マルチメディア対応	マルチメディア対応
周波数	500 MHz	600 MHz	500 MHz	650 MHz (25℃)	150 MHz
電 圧	2.0 V	1.9 V	1.6 V	1.85 V	1.8 V
プロセス	0.25 μ	0.25 μ	0.25 μ	0.25 μ	0.2 μ
配線数	5	6+LI	6+LI	5	6 (Cu) +LI
有効ゲート長	0.14 μ	0.15 μ	0.16 μ	0.20 μ	0.12 μ
消費電力	—	25 W (500 MHz)	—	—	7 W
トランジスタ数	1.16億	2500万	2200万	950万	1050万
チップ面積	469 mm ²	215 mm ²	184 mm ²	123 mm ²	83 mm ²

表2 ISSCC99の主なマイクロプロセッサ（続き）

名 称	Emotion Engine	SH4	PowerPC 750	64b PowerPC	Alpha 21164
メーカー	SCE/東芝	日 立	IBM	IBM	三 星
特 徴	ゲーム用SOC	低電力	PD-SOI	PD-SOI	FD-SOI
周波数	250 MHz	200 MHz	580 MHz	550 MHz	600 MHz
電 圧	1.8 V	1.8 V	2.0 V	1.8 V	1.5 V
プロセス	0.25 μ	0.2 μ	0.2 μSOI	0.2 μSOI	0.25 μSOI
配線数	4	5	6 (Cu)	6 (Cu)	4
有効ゲート長	0.18 μ	—	0.12 μ	0.12 μ	—
消費電力	13 W	17.8 μW (保持)	5.1 W (400 MHz)	24 W	—
トランジスタ数	1050万	330万	—	3400万	966万
チップ面積	240 mm ²	46.79 mm ²	—	139 mm ²	209 mm ²

た技術トピックスのひとつであり、まだまだ目が離せない状況です。

例年ISSCCの看板セッションとなる「Microprocessorセッション」では、1.5MBのキャッシュメモリをオンチップに搭載したHPの世界初の1億トランジスタ超マイクロプロセッサを初めとして、500~600MHz動作の高性能マイクロプロセッサが、IBM、インテル、AMD、モトローラ各社から発表されました。しかし、これらはいずれも既にアーキテクチャ等について発表されていたためそれなりの注目を集めるに留まりました。一方、「Multimedia Processorセッション」で発表されたソニー/東芝による次世代ゲーム機用マイクロプロセッサ Emotion Engineは、世界初発表、マルチメディア/グラフィックス処理能力、ゲーム用SOC (System On Chip) とでも呼ぶべきアーキテクチャ、チップ規模(1050万トランジスタ、240mm²、13W)などで大きな注目を集めました。

ISSCC99に登場したこれらの高性能マイクロプロセッサは、すべて先端の0.2~0.25 μ レベルの微細加工技術を使用しています。さらに、プロセス制御により実行ゲート長を0.12~0.2 μ と絞り込むことで、より高性能なトランジスタを実現しています。また配線は、5~6層の多層配線が一般化し、さらに耐マイグレーション性の高い材料によるローカル配線の採用も進んでいます。しかしながら、話題となっていた銅配線については、IBM以外ではモトローラが使用していたに留まりました。IBMも、汎用大型コンピュータ用のマイクロプロセッサでは銅配線を使用しておらず、銅配線が使用されていたものはSOI技術も組み合わせた非常に技術志向の強いものだけでした。

おわりに

マルチメディアなどの非常に高い処理能力を要求する新しい応用を得て、マイクロプロセッサにはより一層高い性能が求められています。マイクロプロセッサの性能向上の原動力である動作周波数の向上とアーキテクチャの進歩は、半導体技術の進歩によりもたらされたものです。しかしながらまた一方では、マイクロプロセッサがテクノロジドライバとなって、半導体技術の進歩を加速しています。今後ともこの関係は続いて行くことでしょうが、両者のシナジーによる技術革新が大いに期待されます。

ハーブの香

カタカナ言葉とコンピューター

梅田治彦 (コマツ電子金属 相談役)



梅田治彦 会員

関西の友人から珍しく電話がかかってきた。いきなり「カリスマってなに語?女房のやつが、野村監督にはカリスマ性があるって言われているけど、正確にはどんな意味?と聞くもんで英和辞書を出したけどどうまく引けないんだ」。阪神タイガースが好調でご機嫌のせい、長距離電話料金も気にならないらしい。

たまたま、手元に電子辞書があったので、「英語になっているけど元はギリシャ語。スペルはCHARISMA。意味は、、、、、、」。と返事が出来た。

カタカナ外来語が氾濫している今の日本で、元の言葉はなに語でどう綴るとか、本来の意味は、ということになると判らないことが沢山ある。

漢字、ひらがな、カタカナを使い分けて、豊富な表現が出来るのは日本語の優れた点である。とくに外来語を、翻訳せずに、オリジナルの発音に近いカタカナでそのまま日本語に出来ることは、大変便利である。

「生意気に、意味も判らずに、カタカナ言葉をやたら使いおって」とシニア世代は嘆いていても、カタカナ言葉は増える一方で、もはや日本人の普通の生活において、不可欠なものとなってしまっている。

日本でパソコンを自分で使いこなせるようになるためには、ごまんとあるカタカナ言葉と格闘して克服しなければならない。ソフトウエア、ハードウエア、インターネット、ディスプレイぐらいいは良いとしても、スカジー端子、イーサネットケーブル、ウィザード、コンフィグシスなどの言葉がいきなり出てきたのではなんの事か全く判らず、この辺で息子か娘のお世話になるか、パソコン用語辞典を引いてますます判らなく

なって、ギブアップするということになりかねない。

もともとコンピューター用語はプログラマーとかシステムエンジニアと言う専門集団の中で使われていたのだから素人には判らなくても良かったのだが、コンピューターがパーソナルなものになって素人が自分でセットアップし、新しいソフトをインストールしたり、電話回線と繋いだり、プリンターと接続したり、インターネットやデジタルカメラを楽しむようになったので、前記のような訳の判らないカタカナ言葉が素人の前に立ち上がるようになってしまったのである。

業界用語とか、社内用語とかには、外部の人には全く通じない言葉があるが、この中で仕事をするのであれば、これらを熟知していなければならないのは当然である。

パソコンを自分で使いこなすためには、パソコン用語に習熟するのも当然ということになり、絶えがたい苦痛を強いられても仕方がないと諦めて、ひたすら、ヘルプという、難解なカタカナ言葉がぎっしり詰まったダイアログボックスと対面することになる。

しかし、英語がビジネスの場でグローバルスタンダードの地位を確立した今日、本来英語で取り扱うコンピューターを日本語で取り扱えるようにするため多大の努力を払うことが、はたして得策であろうか。

近隣のアジア諸国では、始めから、コンピューターは英語で動かすものとして、ソフトもオリジナルのまま、したがって入出力も英語で、が当たり前になっている。

比較するまでもなく、英語による入出力の方が、日本語による入出力より簡単で、はるかにスピードが速い。

日本企業の国際競争力を、コンピューターの活用による、ホワイトカラーの生産性という点で、他国の企

業と比較すれば、米国企業はいうに及ばず、近隣のアジア諸国の企業との比較においても、日本の劣勢は明白である。

このハンディキャップを無くすためには、日本企業もコンピューターは英語で使うものと割り切って、英語による入出力、英語によるコミュニケーションを実行することぐらいの、思いきった施策を採らなければならないであろう。

これを個人の単位で考えれば、コンピューターを使うために、カタカナ言葉と格闘する代わりに、英語をマスターすることに努力を傾注すればよいということになる。

日本人の英語下手は、自他ともに認めざるを得ないところであるが、これは主に、話すこと、聞き取ることが不得手なのであって、英文を読んで理解することにそれほど苦手意識があるわけではない。コンピューターとの対話は、読み書きによるのであるから、日本人にとって、その気にさえなれば、意外と簡単に習熟できることであろう。

いったん、パソコンを使いこなせるようになれば、英語も英会話もキーボードの操作も、パソコンソフトを通じて、ゲームのように楽しみながら、学習できるようになるし、外国の友人とEメールの交換を楽しむことも出来るようになり、国際人として恥ずかしくない英語力が、ひとりでの、身につくことになる。

有難いことに、人間の体は筋肉も脳みそも使えば減るのではなく、適当に使えば使うほど強くなる。強くないにしても老化の速度を抑えることが出来ることになっている。

今からでも遅くない、「英語に再挑戦」。「パソコンに再挑戦」。「パソコンを使って英会話に再挑戦」。といこう。

私の趣味

写真を造る

鎌田晨平 (株式会社 アドバンテスト 顧問)

あなたには、たくさん趣味があるだろうから“あんこーるNo.8”に是非投稿をと編集部から依頼されて、さて困った事になったと思っている。「下手の横好き」と言うように私にとって多趣味は無趣味と同じようなものだからである。しかし約束をしてしまったので、一番長く付き合っているものを「下手の長談議」にならないように、まとめてみよう。

私と“写真を造る”出合いは小学校へ入る前の53年前にさかのぼる。岩手県・三陸海岸の片田舎で生れた私にとって、当時の一番の楽しみは父が東京から買って来てくれる、お土産だったのであるが、その中に“日光写真”があったのである。これは図柄を半透明の

紙に作り原版にして、感光紙に重ね合わせ日光に当てて焼き出し画像を作って遊ぶ写真なのだが、これに夢中になったのを覚えている。このテクニックは後で役に立った。中学から高校まで三陸・吉浜で育ったが村の同好会で創刊から120号まで発刊した 故郷新聞「漁火」（隔週発行）で私は編集長兼ガリ版担当であったから。

1959年東工大精密工学研究所で研究生活に入ったが、構内の桜花に引き付けられ本格的な一眼レフカメラ（Olympus：M-1、レンズ50mmF1.4）を手に入れた。M-1は型名がドイツの某メーカーの商標と同じであったので、後にOM-1に変わったが一眼レフカメラの小型軽量時代を築いたカメラだと言われていたように、基本性能が高い割にムダがないデザインと操作性のよさが光るカメラだった。

さて、私が好んで撮った写真は旅景色と草花だった。タンポポ等はローアングルからねらい、絞りを開けて背面をボカすとか、ツツジなど木に咲く花は絞りを絞り込み高めの位置から下向きのアングルで撮影すると奥行き感が生れるというようなテクニックは、その頃得たものだ。当然望遠レンズ（200mm、F4.0）も必要になった。

それから間もなく私の趣味は「写真を撮る」から「造る」に変わって行く。住んでいる6畳間の押し入れの中に暗室を作り、現像や引伸ばしに必要な器材を購入して、徹夜で作品の完成に没頭した時期があった。この制作もカラー写真の時代になってから止めている。というより、会社勤めになってから制作時間が取れなくなってしまったのである。社内旅行だとかテニスの合宿ではスナップ写真を撮ることが多くなり、一眼レフカメラとコンパクトカメラを併用した。海外へ出かけることが多くなってからコンパクトカメラ（RICOH：Myport ZOOM mini）1台を持ち歩くようになった。

最近、世の潮流は銀塩写真を離れデジタルカメラが新たな主役の座につき始めている。私が60歳になったとき、会社の有志同窓会からデジタルカメラ（EPSON：CP-500、81万画素）を贈っていただいたのを機に再び「造る」ことに転じている。

ノートパソコン（Toshiba：Libretto 70、windows95）はモバイル・コミュニケーション・ツールとして海外へ持ち歩いているものだが、自宅の机にある時はカラープリンタ（Canon：BJC-430J、カラー・イメージス



画像編集デスクと鎌田会員

キャナIS-22付き）やデジカメ等を組合わせて、画像の制作ツールになっている。デジカメにしてから多くの画像を扱うようになった。画像の圧縮技術も進歩しているが、画像を扱うとパソコンのメモリーがすぐいっぱいになる。保管するためのフロッピーディスクも何百枚にもなってしまう。たまりかねて、つい最近になってDVD-RAMドライブ（Panasonic：LF-D102JD、5.2GB/2.6GB）をシステムに追加した。たくさんのメモリーを使うことで、半導体業界に消費面でも貢献していると思っている。

インターネットをはじめとする情報技術の進化に伴って、仕事や生活のあり方も大きく変わってきている。そして趣味も変化していく。今まで静止画だけ扱ってきたが、DVD-RAMも手に入れた事だし、動画も手がけたいと思うようになった。今年の4月末に32MBのフラッシュメモリー・スマート・カードで動画が1時間録画できるデジタル・レコーダが発売された。早速このMPEG-4インターネット・ビューカム（Sharp：VN-EZ1）を購入し、使い始めたところである。

何やら、私の趣味の文章はハードウェアの羅列になってしまったようだ。ソフトウェアや写真、画像のコンテンツに触れなかったことをご容赦下さい。

会員現況（6月20日現在）

個人176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。事務局までご一報いただければ資料お送りします。

協会便り

協会の求人・求職サポートについて

協会の活動の重要な柱に、会員皆さまご承知の通り「求人・求職サポート」があります。協会に寄せられた情報は、従来本誌中の"OPPORTUNITIES"のコーナーでお知らせしておりましたが、案件増のため、これを今年から本誌と切り離し、付録として発行していることもご存じのことと思います。

しかしながら本誌は隔月刊ですので、掲載時にはせっかくの情報が古くなってしまう恐れが多分にあります。そこで協会では以下のような速報体制を確立し、会員各位へのサービスを行っています。

【個人会員向けサービス】

協会に求職台帳を提出いただくなど、積極的な求職活動をされている方には、求人情報が入り次第E-mail等で速報をお届けします（求職活動中であることが他の方に漏れることはありません）。

【賛助会員向けサービス】

対協会窓口として登録されているご担当の方（または求人・求職情報窓口として特に登録されたご担当の方）向けに、求人情報や求職情報が入り次第FAX速報でお届けします（全賛助会員にお届けしている）。

また事務局には運営委員が交代で詰めているので各種相談に応じられます（要予約）。また各エージェントの資料等も備えている（閲覧随時可能）ので、特に個人会員で求職をお考えの方には、ぜひとも本制度をさらにご利用いただきたいところです（成約件数も案外宜しいのです）。

【登録等の一般的な手順】

1. 求人・求職について、できるだけ詳細な情報を（協会の用紙および別途資料があれば添付の上）お寄せいただく。
2. "OPPORTUNITIES"に掲載（前記の通り、定期便のほかFAXやE-mail速報による速報もあり）。

この段階ではまだ社名や個人名を出しません。

3. 関心ありの方が問い合わせを寄せる。
4. 3でofferしてきた方に、当該案件について当方で持っている情報をお知らせする（社名・個人名未開示）。
5. 4の情報によりお見合いの意志が固まったところで社名等を開示する。以降のことは、原則として当事者同士でお進めいただきます。

なお、求人・求職サポートは協会の活動の大きな柱ですが、ご高承の通り職業紹介や人材派遣はまだ許認可事業です。当協会は任意団体であり免許取得の資格がありません。従って協会では、こうした件は「会員から協会に寄せられた情報の交換のお助け」というのが原則です。また実際にお見合いという段階になりましたらば協会はタッチいたしません。この点どうぞ宜しくご承知おき下さい。

編集後記

リチャード・クーさんの講演会がありました。この企画は実現するまでに実に1年ほどを要しました。さすがに当代の売れっ子ともなると、スケジュール調整ひとつでも大変なものです。

当日のお話は次号で紹介されましようから割愛しますが、話の上手なことに感じ入りました。テレビでもご活躍ですから会員皆さまもご存知でしょうが、歯切れの良いこと、明快なこと...

最近やはりテレビで、ご本人が言っておられました。が、小学生の頃にアメリカに移ってクーさんは神戸生まれです。何が一番驚いたか、クラスでベトナム戦争賛成・反対に分かれて討論していたことだそうです。小学校で、です。

翻って自身はどうか、いやはや、きっと負けますね。アメリカの小学生に。え、その前に英語ですって？ そうですね、そりゃごもつとも。失礼しました。

SSIS News Letter "ENCORE" No.8

発行日：1999年6月30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 岡田 隆

〒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