

## 巻 頭 言

### 地球温暖化と半導体産業の取組み

日本電気(株) 代表取締役会長  
佐々木 元



日本電気(株) 代表取締役会長  
佐々木 元

昨年(2005年)の2月16日に京都議定書が発効し、4月28日には京都議定書目標達成計画が閣議決定されて、その達成のための産業界、国民、政府の役割が定められた。具体的には、経団連を中心に産業界は2010年度にCO<sub>2</sub>排出量を1990年度レベルに抑制する自主目標の達成に向け

た対策と努力を継続するとされている。

半導体産業は大量の電力と水、多種多様な薬品・ガスを使用し、大量の廃棄物を発生する産業であり、従来から環境、安全、健康の問題について先進的な取組みを行い、クリーンルームの空調用エネルギーの削減をはじめ、環境対策に関するリーディング産業としての地位を築いてきた。その結果、2002年度の日本の産業別CO<sub>2</sub>排出量では、半導体を含む電機・電子産業は全産業の約3%に留まっている。ところで、ユビキタスネットワーク社会の拡大にともない、わが国の半導体集積回路の国内生産数量は2003年実績の26百万個から2004年には30百万個へと増加している。一方では、300mmウェーハ・65nm世代のLSI量産化を迎えてクリーンルーム環境、生産設備、生産システムが変わろうとしている現在、省エネ、省資源をあらゆる面から再検討していく必要がある。具体的には、製造装置本体の省エネ化に加え、不稼働時の待機電力消費の削減や、発熱や排気等クリーンルームに熱負荷を与える要素を低減する装置設計が必要である。また、多層配線化にともないCMPが導入され、洗浄用の超純水使用量が増加することに対して、節水型洗浄技術の開発も

急務である。同時に、新規の配線材料や化学物質の導入に際しても安全性、環境負荷性の評価も必要である。

エッチング工程やチャンバーのクリーニングに使われるPFCガスも温暖化係数が高いため、使用量の削減、除害装置による分解・除害に加えて新たな回収・リサイクル技術や代替ガスの開発が必要である。産業用廃棄物、一般廃棄物に関しても再資源化によるゼロエミッションへの継続的な取組みが求められる。

今後の半導体工場の一層の省エネ対策実現のためには、ファシリティ設備や製造装置の消費エネルギーと関連する装置の発熱、排気温度、冷却温度等の詳細な評価とデータを可視化して全体最適なエネルギー制御情報をリアルタイムに共有し、必要なときに、必要なエネルギーを、必要なだけ消費するエネルギーフローを構築することが重要である。

一方で、半導体は搭載される電子機器や自動車等の省エネに貢献している。パソコンでは20年間で性能(CPU周波数)は200倍向上し、稼働時の消費電力は76%削減、重量は63%削減された例も見られる。自動車のエンジン制御に使われるマイコンの高性能化により低燃費が実現されており、エアコンのインバータ化による省エネ化にも半導体が大きく貢献している。また、最近では低消費電力で高輝度のLEDが交通信号や電球等に使用されて社会生活インフラの環境対策にも貢献している。

地球温暖化問題には特効薬は無く、問題解決のためには産業界、政府、国民も含め全員が参画して地道に努力を積み重ねていかなければならない。半導体産業が電子工業を支える基盤産業として、環境対策に対する不断の努力を継続し、持続発展可能な社会の実現に大いに貢献することを期待する。

会長挨拶

川西 剛 会長

(SSISストリングスの奏でるヘンデルの水上の音楽のせて)

SSISは9年を迎えましたがメンバーは年を経るごとにますます若く、ムードは益々高級となり、とうとう音楽とともに会長が登壇するという事に相成りました。8年間いろいろな事があったにせよまずまずの歩みを経てきたと思います。会員も増加傾向で、資金的にも安定してきており行事も有益なものも多くご同慶の至りと存じます。先週アメリカから帰国の途上で考えていたことをご紹介しご挨拶に替えさせていただきます。

シニアライフは『か・き・く・け・こ』。これはどなたか大学の先生が云われた言葉ですが、少々モディファイしてみたものです。

「か」：感動する。歳をとっても自然の壮かさ・美しさ、音楽・芸術に触れまた人間の営みに触れ、これらに感動することが大切であり、この感受性こそが心の若さを保つことの出来る手段です。「き」：興味をもつ。イスラエルの哲学者フーバーの言葉をご紹介します。“もし歳をとっても何かに興味を持って始めることさえ忘れなければ人生をなんと楽しく、若々しく生きることが出来るだろうか！”「く」：苦勞する。曾野綾子の言葉をご紹介します。“シニアになっても自分の為だけに気儘な毎日を送るのが目標であってはならない。他人の為に働けることこそ光栄であり生きる証である。”「け」：健康。当然のことですが健康も体力も若い頃にくらべるとかなり劣化しています。私の母が生前よく、“失われた能力を嘆くのではなく残された能力に感謝をし、それを活かそう”と云い101歳まで生きました。そのとおりだと思います。「こ」：恋。歳をとっても恋心を忘れずに若さを保っていければと思っております。

ありがとうございました。

ご来賓挨拶 関家 憲一(株ディスコ 代表取締役会長)

まだ1月ですのでおめでとう御座いますと申しあげます。ご紹介いただきました株式会社ディスコの関家憲一でございます。本日は先輩諸氏のお集まりの席でご挨拶の機会を得ましたことにお礼を申しあげます。

半導体の業界が目まぐるしく激しく変化しているなかで、昨年来明るいニュースが国内でも多くなってきています。その効果かもしれませんがSEAJの今年の賀詞交換会では久しぶりに参加者が多く盛況でした。最近、家電量販店に行く機会がありましたが、大型フラットパネルディスプレイTV、DVD録画装置、オーディオ機器など大変売れ行きが良いようです。特にシリコンオーディオなどが牽引力となってフラッシュメモリーの需要が伸びていることは誠に喜ばしいことです。シリコンオーディオはウォークマンのカセットテープから始まり、ミニディスク、ハードディスク、シリコンへと若者を中心にi-podがトリガーとなり予想を超える急激な普及になったものと思われまます。また携帯電話でも当初の通信機能からアプリケーションが次々と広がり需要の裾野が大きく拡大してきています。この二つの商品はファッション性も加味し若者を中心として爆発的な需要拡大を生んだわけです。一方パソコンや携帯電話はコミュニケーションの必須手段として、人口と国土が大きく社会インフラの不十分なブリックスに急速に普及していくことが容易に予想できます。

デジタル家電を中心にこれら製品に関連する半導体電子部品は日本の得意な分野として確実に力を発揮するものと思われまます。日本半導体が弱くなったのではないかと云われる時期も終わり、お家芸で力量を発揮する時が来ているものと確信しています。

皆様が生み育ててこられたこの業界にますます大きな花が咲き、実が稔ることを祈念しご挨拶いたします。

CONTENTS

年次総会特集号

- ・巻頭言 佐々木 元 1頁
- ・総会での会長挨拶 川西 剛 会長 2頁
- ・ご来賓挨拶 関家 憲一 2頁
- ・特別講演「ユビキタス時代におけるデバイスイノベーション」 伊藤 達 3頁
- ・総会報告(2005年度活動報告・2006年度活動計画) 7頁
- ・話題の技術「第 世代の光「発光ダイオード(LED)」」 小山 稔 12頁
- ・半導体事始「デバイス屋が創ったNECのパーソナルコンピュータ「PC-8001」」 後藤富雄 14頁
- 「ベル研の2大遺産を巡る随想」
- (1)トランジスタ発明までの経緯と尽きせぬ教訓 中原 紀 諮問委員 16頁
- ・“人材情報センター”設立 Stand up Now! Fight Back!! Walk Tall!!! 森山 武克 会員 19頁

# ユビキタス時代における デバイスイノベーション

伊藤 達 (株)ルネサステクノロジ 社長&CEO)



## 1. アプリケーションの革新的な進化

半導体産業のマクロトレンドは、1970年代の後半から1980年代中頃までは年率30%に迫る非常に高い成長が続き、その後も90年代中頃までは年率約20%の高い成長を維持していたが、90年代後半からの市場成長率はマクロ的には鈍化してきたと言えよう。このような市場環境下において、日系半導体メーカーの生き残りと成長のためには、いくつかの重要な課題がある。

80年代に日系半導体メーカーが世界市場を席巻していた頃のように、大規模投資により構築した先端プロセスを用いて大量に製品を製造、販売し、投下した資本を回収するという各社横並びのビジネスモデルは終焉を迎え、各々が得意製品や分野にリソースを集中し、製造は必要に応じ外部のファンダリも活用しながら事業を継続していくモデルへと変化した。

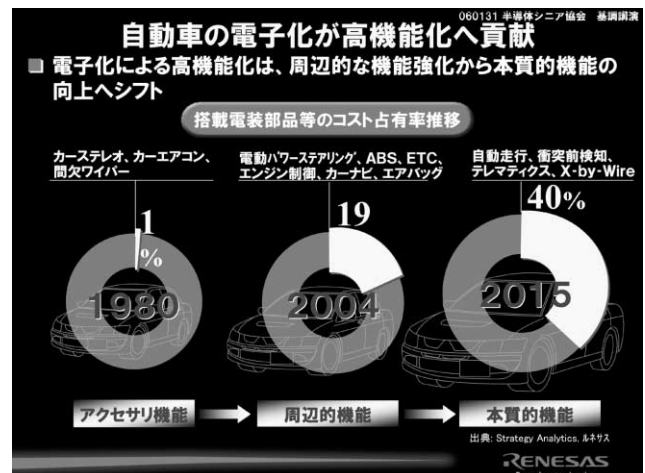
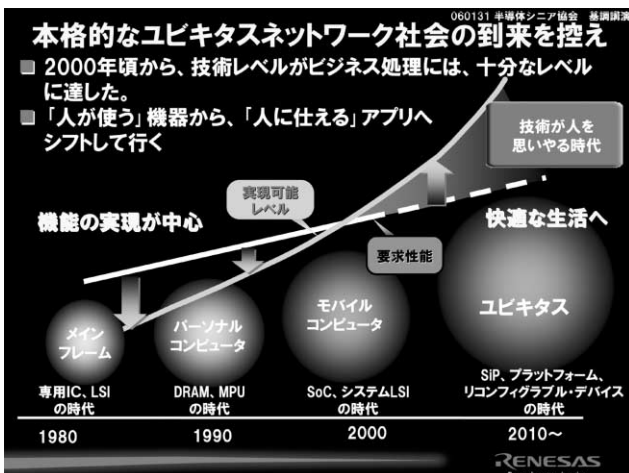
さらに来るべき本格的なユビキタスネットワーク社会へ向けた今後の10年間では、アプリケーションの革新的な進化が予想される。それは、1980年代のメインフレームコンピュータ、1990年代のPCと続いた「人々が要求する機能に技術が追いつく時代」、言い換えるならば『人が使う』機器の時代から、2000年以降、「我々の要求を技術が追い越す時代」、つまり『人に仕える』アプリの時代へ、言い換えるなら『技術が人を思いやる時代』へと変化していく

のである。現在は、モバイルコンピュータの時代から、真にユビキタスネットワークの時代へと変遷する過渡期にあると言える。

こうした時代の中で、我々を取り巻く機器（アプリケーション）は、如何に変化していくのか10年後の自動車とロボットを例にとる。

### (1) 自動車

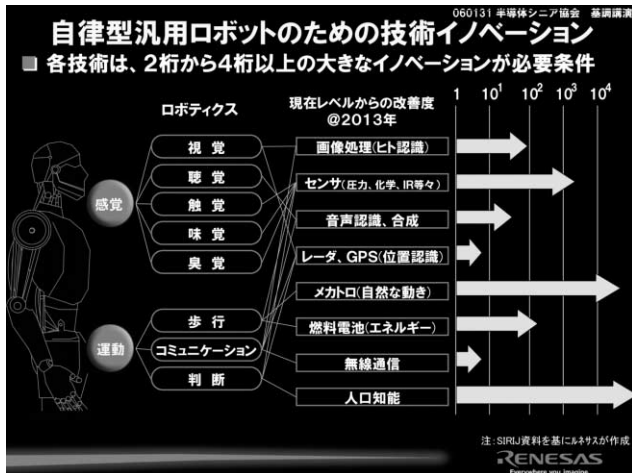
自動車の電子化は、現在のエンジン制御やABS、エアバック、カーナビ、ETC等の周辺の機能に加え、自動走行、衝突前検知、テレマティクス、環境配慮型駆動装置など、安全性、快適性、ECOという本質的機能の向上にシフトしていき、さらなる自動車の進化が予想される。また、自動車一台あたりに搭載される半導体の割合は、10年後には現在の2倍の約40%にも上り、まさに半導体なくして自動車は成り立たない時代が、もうそこまでやってきている。この自動車の進化を支える技術のカギこそ半導体にある。高速データ処理・制御技術やセンシング技術、低消費電子デバイス化技術、高効率パワー駆動技術、高周波・アナログ技術といった半導体の要素技術が必要であり、自律走行自動車の実現には10GIPS級の性能向上を実現する半導体デバイスのイノベーションが不可欠である。



## (2) ロボット

現在のロボットといえば、掃除をしたり、不審な事象に対してアラームを発したりという単機能ロボットが中心であるが、今後は、福祉や介護の現場において、会話の相手をしたり、自らの判断で日用雑務など特定の作業を行うロボットが登場し、さらには、人や周囲の状況を判断して自律的に多様なサービスを提供するロボットまでもが登場するであろう。

このようなユビキタスネットワーク時代のロボットを現実のものとするには、人間の五感に相当する感覚機能の開発・向上や、自然な歩行（走行）や人口知能などを備える必要がある。これらの機能を実現するための各技術においては2桁から4桁以上の大きなイノベーションが求められる上、リアルタイムでかつ分散処理の要求に応えるためには、更に高性能で多様なMCUが多数必要となるのである。



## 2. 10年後のアプリケーションの実現に向けて

ユビキタス時代のアプリケーションの実現には、半導体の革新的な性能向上が必要であり、半導体メーカーが果たすべき役割は非常に大きい。

前述のように、半導体としての演算処理能力、消費電力、パッケージサイズなど全てにおける革新的な改善のみが次世代のアプリケーションを可能ならしめる。また、アプリケーションの多様化、機能のコンバージェンス、半導体に組み込まれるソフトウェア容量の増大化（ソフト開発の爆発）への対応も求められる。既にカーナビゲーションシステムや携帯電話、家庭用ゲーム機器などのマルチメディア処理においては、半導体機能のコンバージェンスが進展している。

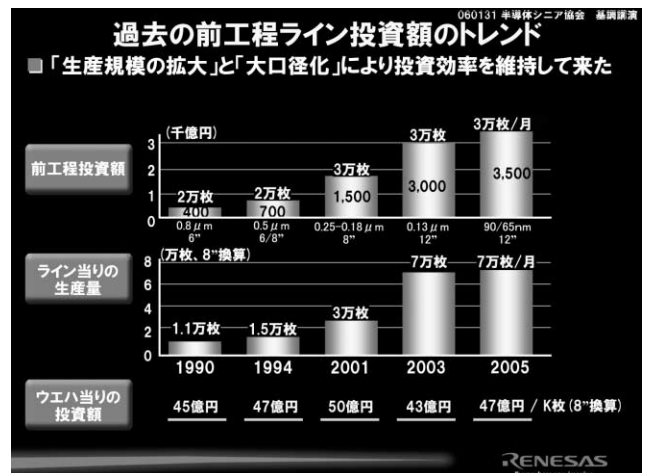
また、設計、開発、製造など様々な段階においてデバイス・イノベーションへ果敢に挑戦していく必

要がある。「ムーアの法則」で示されているような革新的な性能、およびコストを改善するというトレンドを継続して進める上での課題をもう少し詳しく述べる。

半導体産業の宿命でもある微細化については、多少のトレンドアウトはあるだろうが、「ムーアの法則」により示されている微細化のトレンドを着実に具体化することが必要となる。技術的な課題は多いものの、それらの課題は解決可能であると考えている。現在、既にゲート長90nmプロセスで製造した製品が、多くの革新的なアプリケーションを実現しており、まもなく65nmプロセスで製造された半導体を搭載したアプリケーションが、我々の身近に登場するだろう。

この半導体デバイスの進化は、アプリケーションの高性能化に貢献するが、一方、微細化における経済性の限界が顕在化してきている。その一つの事例としてマスク価格の上昇がある。マスク枚数とマスク平均単価は急速に増加し、1990年と現在を比べるとマスク枚数にマスク平均単価を乗じたマスクセットコストは2桁上がり1億円規模となっている。

前工程の設備投資では、生産規模の拡大と大口径化により投資効率を維持してきた。1990年から現在までの前工程におけるウェハ当たりの投資額は、200mmウェハ換算で50億円 / 1000枚である。現在、この投資効率を実現するための生産規模は、300mmウェハで3万枚（200mmウェハ換算7万枚 / 月）に上り、投資額は約3,500億円を必要とする。さらに大口径化が進み450mmになると、前工程への投資規模は8,000億円に達し、この規模に対して経済性を維持するには、200mm換算で16万枚 / 月程度の生産規模が必要となる。我々半導体業界が、過去の大口径化や微細化の原理に則り投資競争を継続するには、巨額





の資金と売上高という、『規模』を克服するビジネスモデルが必要である。

また、アプリケーションにおける技術や機能の集中化（コンバージェンス）と多様化（ダイバージェンス）を実現するためには、半導体に組み込まれるソフトウェアの増大、所謂、『ソフトウェアの爆発』への対応が深刻な課題である。例えば、カーナビゲーションシステムにおいては、従来の音声による経路案内に加え、渋滞情報の表示や迂回路の案内、さらには外部の端末や自動車間通信なども含めた高度道路交通システムへの対応を実現するため、半導体に組み込まれるソフトウェアのサイズは、1990年代から約10年の間に100倍にも増大している。また、携帯電話でも高機能化に伴い同様にソフトウェアの量が増大しており、同様なことが、テレビをはじめとするAV機器などでも発生している。こうしたソフトウェアの増大は、開発期間を長期化せしめ、また、ソフトウェアの検証にも膨大なリソースを必要とする。こうした『ソフトウェアの爆発』へ対応するためには、システムLSIのプラットフォーム化やアプリケーションに半導体を搭載した後もソフトウェアの変更が可能な仕掛け作りが重要となる。

以上、述べたような「ムーアの法則」の継続実現と、それによる半導体デバイスの進歩を実現するには、前工程プロセスにおけるイノベーションの他にも、様々な分野における技術イノベーションの統合が必要となる。『ソフトウェアの爆発』への対応に加え、半導体材料、ウェハ形成、組立工程に至る様々なステージにおけるイノベーション全てが不可欠となる。次に、いくつか具体的なイノベーションについて述べる。

### 3. 「ムーアの法則」の継続的な実現へ

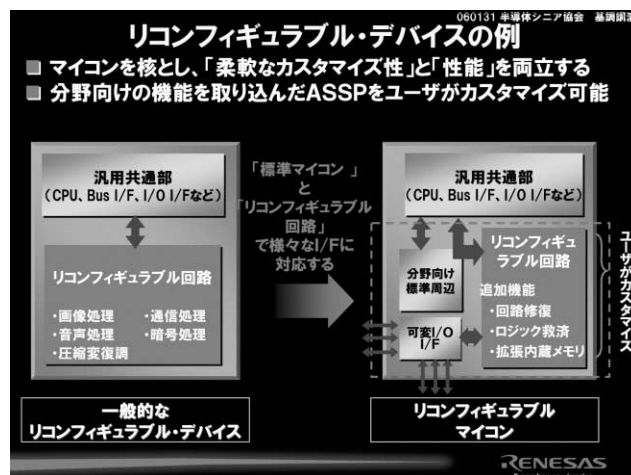
先ず、ウェハ製造では、現在、回路形成における露光技術（リソグラフィ）を凌ぐ勢いで微細化が進展している。90nmプロセスでは、ドライArF（アルゴンフッ素）露光で回路を形成していたものが、65nm以降では、ステッパー用レンズとウェハの間に純水を通し、回路を形成する液浸ArF露光技術が必要となり、32nm以降のさらに微細化が進展する回路形成においては、改良型ArF露光技術や新たなEUV（Extreme Ultraviolet：極紫外線）露光技術が必要となる。新材料や新構造の導入により益々の技術イノベーションが必要となる。

次にデバイス開発では、現在のDRAMやSRAM、

フラッシュメモリなどのCMOSプロセスメモリの微細化以外にも、新しいコンセプトのデバイスが提案されている。具体的には、FeRAM（Ferroelectric RAM：強誘電体メモリ）やMRAM（Magnetoresistive RAM：磁気抵抗メモリ）、相変化メモリ（PCM：Phase Change Memory）といった新技術である。デバイス自体の進化に合わせ、その利用形態においてもイノベーションが必要となる。ルネサスは、MRAMの持つ高速書き込み/読み出し、高い書き換え耐久性性能を利用し、このMRAMをプログラム格納メモリとしてマイコンに内蔵した製品の開発を進めており、2008年に製品化する予定である。

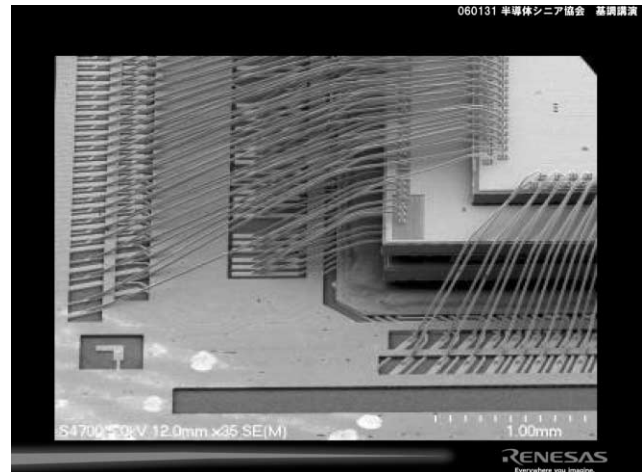
アプリケーションの多様化を実現するためには、カスタム性と汎用性を兼ね備えた半導体技術が必要とされ、「プラットフォーム」と「リコンフィギュラブル・デバイス」の二つのコンセプトが重要となる。アプリケーションのライフサイクルの短期化や低価格化を受け、半導体設計の現場においても、開発期間の短縮化や開発コストの圧縮、LSI実装後のプログラム変更、過去の設計資産（ソフトウェア資産）の有効活用などが求められる。従来のセルベースICやFPGA（Filed Programmable Gate Array）、PLD（Programmable Logic Device）などを含むASIC（Application Specific IC：特定用途向けIC）に代わり、設計柔軟性に優れたストラクチャードASICや、アプリケーションへの搭載後に演算ユニットの変更を可能とする設計変更の容易性を飛躍的に高めたリコンフィギュラブル・デバイスへの要求が高まっている。

リコンフィギュラブル・デバイスとは、マイコンを核とし、柔軟なカスタマイズ性と半導体性能そのものの向上を両立するものであり、基板へのデバイス実装後のハードウェアの変更を可能ならしめる。一般的なリコンフィギュラブル・デバイスは、CPUや



バスインターフェースなどの共通部分と、画像、音声、暗号処理等のリコンフィギュラブル回路で構成されるが、マイコンを核としたリコンフィギュラブル・マイコンは、アプリケーション毎の専用回路や様々な方式に対応するインターフェースを内蔵し、ユーザーは追加回路部分のみをカスタマイズすることで、システムを実現できるデバイスである。こうしたデバイスイノベーションは、より柔軟で先進的なアプリケーションの実現に大きく貢献する。

後工程では、SiP (System in Package) 技術が重要になる。機器における搭載メモリの大容量化、アナログ回路の高精度化と大規模化、インターフェースの高耐圧化、低ノイズ化などの課題を克服するには、単一のSoC (System on Chip) では、性能的にもコスト的にも実現が困難となってきた。そこで、これらの課題を克服する手段としてSiPへの期待が高まっている。今後、大規模システムLSIにおいては、SiPが一般的となる、と言っても過言ではない。2000年頃のシステムLSIは、2次元的な平面での複数LSIのワンパッケージ化であった。それが現在では、先述した課題の解決策として、複数の違うLSIを3次元的に多段に積層する技術イノベーションが起こっている。SiPにおいて重要な多段積層技術は、現在の5段 / 1.4mm厚から6段 / 1.0mm、さらには10段 / 1.0mmへと積層していく。ルネサスでは、Si貫通電極技術 (日立製作所との共同開発) を用いて、この多段積層SiPを実現し、携帯電話向けのシステムLSIに採用している。2007年度中に更に高度な10段積層 / 1.0mm以下を携帯電話向けシステムLSIで実現する予定である。また、チップ自体の薄型化技術についても、70  $\mu\text{m}$ 厚から10  $\mu\text{m}$ 以下の極薄型加工の実現が望まれる。さらには、LSI端子の狭ピッチ接続

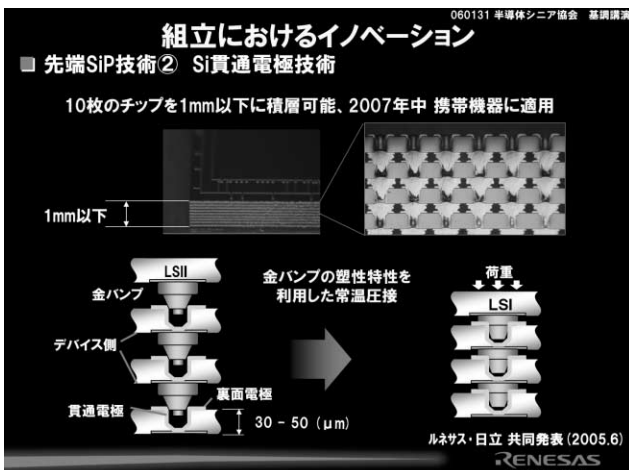


技術 (40 ~ 20  $\mu\text{m}$ ピッチ) ワイヤボンディング接続技術 (ロングワイヤ、超低ループ形成) などにおいても、イノベーションが不可欠となる。

LSIの設計・開発段階におけるイノベーションも不可欠である。各設計段階における部分最適化を目指した従来のEDA (Electric Design Automation) から、システム設計から製造まで含めた全体最適化のEDAの加速が次世代アプリケーションを実現するデバイス開発には不可欠となる。また、コスト面においても、微細化の進展による歩留低下を抑制する上で、LSIを開発段階から設計部門と製造部門が従来にも増して密接に連携した開発を進めることが非常に重要となる。これは、90nm以降のプロセス微細化における歩留低下要因が、従来のプロセス起因、マスク起因よりも設計起因によるものが顕著になるからである。こうした設計と製造が一体となったDFM (Design For Manufacturability) 技術の確立は、経済合理性も合わせ持ったデバイスによる次世代アプリケーションの実現に向け、不可欠な要素となってきた。

#### 4. 最後に

今まで述べたように、半導体における継続的なイノベーションが、ユビキタスネットワーク時代の多様なアプリケーションを実現していくために必須である。我々半導体業界は、このデバイスイノベーションを経済的な合理性の下で実現しなくてはならない。微細化に伴う「経済的な規模の実現」やそれに相反する「多様化への対応」を克服することは、我々にとって大きなチャレンジであると同時に、次のビジネスモデル創造のチャンスとなるはずであろう。





1月31日 年次総会開催 神田神保町：学士会館にて

# 総会報告

## 2005年度活動報告・2006年度活動計画

2005年度の活動については総括報告が梅田運営委員長より、会計報告が片野事務局長より行われた。

### 2005年度活動報告

#### 【活動の総括】

一昨年来続けてきた事務局体制整備の成果で、各運営委員会が活発に活動できるようになってきました。昨年度は特に会員に対するサービスの向上に力を注いできました。なかでも新たに手掛けたこととして賛助会員に対し担当運営委員を決め、計画的に企業訪問をさせていただくという活動を実施していることです。第二が九州地区の活動を立ち上げたことです。九州は半導体関連産業の集積度の濃い地区で、ここで荒巻委員を長として支部活動を積極的に展開しております。九州地区での当協会の活動をますます活発にしてゆきたいと考えております。

第三が人材関係への取り組みの開始です。この問題は協会設立以来の課題でしたが、高齢化・少子化、団塊世代の問題と労働環境が大きく変わる中で昨年森山委員をプロジェクトリーダーに約半年の準備期間の後、10月に人材情報センターを立ち上げました。研修会でもイスラエル・日本・ハイテクフォーラムへの後援参加、セミコンポータル社主催のインドセミナーへの後援参画などグローバルな展開を試み活動の輪を広げております。

#### 【活動の要約】

昨年1月28日の年次総会でご承認頂きました2005年度計画に基づき以下の活動を行いました。

#### 1. 主な運営活動

- (1) 年次総会：1月28日
- (2) 諮問委員会：1月28日、9月8日
- (3) 賛助会員連絡会：9月8日
- (4) 文化活動：IT・半導体関連工場見学会  
懇親会 5月24～25日
- (5) 関西シンポジウム・セミナー：  
6月8日、11月29日

- (6) 九州支部活動：2月23日、10月14日
- (7) 会誌“Encore”の発行：6回(1、4、7、8、9、10月)
- (8) 人材交流プロジェクト：9回開催  
パンフレットの発行(6月)
- (9) 広報活動：ホームページ刷新  
人材情報センター開設(10月)
- (10) 特別講演会：2回(1月28日、9月8日)
- (11) 研修活動：講演会6回(2、4、5、7、10、12月)

#### 2. 運営委員会

開催は月1回を定例とし、8月を除き11回開催いたしました。そのうち11月の定例を関西の秋季セミナーにあわせ大阪での開催といたしました。また、毎回議事録の抄録をホームページ会員専用欄に掲載し、会員の皆様への運営状況の提供を続けております。

#### 【会員の状況】

協会の正常な活動と健全な発展を支える最大の柱は会員各位からの会費収入です。会則改定による影響で、年初に一時的な個人会員の減少がありましたが、人材情報センターの立上げや九州支部活動の開始の成果が徐々に現れ個人会員、賛助会員とも年度後半から増加傾向です。会員の状況は下表のとおりです。

	05年1月26日現在	06年1月27日現在	入会	退会
個人会員	275名	272名	31名	34名
賛助会員	40社	47社	8社	1社

### 2005年度会計報告

表1 2005年度会計報告の要約と表2 2005年度(第8期)収支が事務局長より報告され、監事より監査時付属意見2点が説明され承認された。

### 2006年度役員選任の件

表3の各役員が承認された。

表1 2005年度会計報告の要約

	予算	実績	達成率
収入の部	15,500,000円	16,940,173円	109%
支出の部	15,500,000円	16,344,572円	105%
収支差額	0円	595,601円	
差額処分	-	当期末未処分利益へ 計上	*
次期繰越金	0円	0円	

\* 当期末未処分利益については一部をシニア・ファンドに繰り入れ処理いたしたく。

	2004年( 期末 )	2005年( 期末 )
シニア・ファンド	12,081,922円	12,084,657円
総資産	15,105,117円	14,883,858円

監査時付属意見 1. 予算実行の運用基準を定めること。  
2. 当期末未処分利益金のうちM¥2.0をシニアファンドに繰り入れること。

## ・2006年度活動計画

### 【基本方針】

#### 1) 活動の基本

来年協会設立10年目を迎えます。この間多くの苦境にも遭いましたが会員の皆様方のご理解とご支援で維持・発展してまいりました。現在個人会員数は約270名ですが会員番号は500番を超えており、このことから曲折の一端が覗えます。記念行事なども計画したいと考えており、そのためにも益々活動を活発にしていかなければなりません。会として一番大切なことは会員が増えることです。会員各位が入会して良かったとメリットを感じていただけるような活動に努力いたします。特にこれから始まってくる退職者増への対応として人材情報センター活動には注力し良質な情報をタイムリーに提供できるようにしてゆきたいと考えています。また、日本の新しい産業拠点として躍進している九州での支部活動の充実もはかってゆきます。これらを総合し設立10年にむけ「SSISの伝統づくり」に力をいれてまいります。

#### 2) 予算について

昨年に引続き同規模で堅実を旨とした予算を編成し、運用をはかって参ります。収入面では会費収入予算を昨年度は若干背伸びしたことを反省し、現行会員数に照らし現実性のある値としました。参加料収入は昨年度実績から特異値を除き他は前年予算並みの編成といたしました。一方支出では一般管理費に今年度事務所賃貸更新の影響が若干出ますが冗費抑制をはかります。この結果収入・支出とも対前年

表2 2005年度( 第8期 )収支報告

2005年12月31日 単位：円

科目/総計	予算(A)	実績(B)	(B)(A)率
[ 収入の部 ]	15,500,000	16,940,173	109%
1. 会費収入	12,300,000	12,016,555	98%
個人会員	2,700,000	2,277,500	84%
賛助会員	9,600,000	9,739,055	101%
2. 参加料収入	2,700,000	3,500,100	130%
研修会	2,000,000	3,184,100	159%
東京	1,200,000	1,372,000	114%
大阪(SFJ含)	800,000	1,683,000	210%
#九州	0	129,100	-
総会	700,000	316,000	45%
3. 寄付金	500,000	1,289,000	258%
4. 雑収入( 利子等 )	0	134,518	-

[ 支出の部 ]	15,500,000	16,344,572	105%
1. 活動費	9,900,000	10,828,325	109%
ニュース発行費	2,800,000	2,933,095	105%
集会費	3,900,000	5,024,123	129%
賛助会会議費	600,000	585,254	98%
総会費	800,000	831,693	104%
研修会費	2,500,000	3,607,176	144%
東京	1,300,000	1,277,558	98%
大阪	1,000,000	2,182,707	218%
#九州	200,000	146,911	73%
文化活動費	50,000	22,787	46%
会員増強推進活動費	0	0	-
ライフプラン懇談会	0	0	-
#ライフプラン発刊準備	400,000	30,188	8%
運営委員会費	400,000	245,556	61%
委員会交通費	800,000	1,155,650	144%
ステアリング・コミッティ	0	0	-
ホームページ維持費	400,000	377,400	94%
活動振興費	500,000	349,077	70%
#人材交流プロジェクト	350,000	315,041	90%
通信費	300,000	375,408	125%
2. 管理費	5,600,000	5,516,247	99%
業務委託費	0	0	-
事務局員費	3,160,000	3,170,097	100%
人件費(パート代)	0	0	-
交通費	160,000	332,900	208%
事務所維持費	1,750,000	1,459,311	83%
家賃	1,450,000	1,339,884	92%
水道光熱費	0	0	-
電話・FAX・通信費	300,000	119,427	40%
その他経費	0	0	-
事務所初期準備費	0	0	-
事務消耗費他	470,000	504,534	107%
雑費	60,000	49,405	82%

#### [ 収支差額 ]

1. 収支	0	595,601	-
-------	---	---------	---

[ 註記 ] #印は2005年度あらたに加わった科目

#### [ シニアファンド ]

期首	12,081,922	12,081,922	
期中収入		2,735	
期中支出		0	
期末	12,081,922	12,084,657	
総資産	15,105,117 ( 期首 )	14,883,858 ( 期末 )	



【会長】

川西 剛 TEKコンサルティング 代表

【副会長】

吉田 庄一郎 (株)ニコン 相談役

【諮問委員】(50音順)

牛尾 真太郎	沖電気工業(株)顧問	志村 幸雄	(株)工業調査会 代表取締役会長
梅田 治彦	コマツ電子金属(株)顧問	高橋 昌宏	ソニー(株)顧問
大見 忠弘	東北大学 教授	棚橋 祐治	石油資源開発(株)代表取締役社長 代表執行役員
大山 昌伸	(株)東芝 顧問	中原 紀	三洋電機(株)客員
岡部 太郎	半導体理工学研究センター 客員	東 忠男	Grace Semiconductor Mfg. Co. 顧問
河崎 達夫	システムLSI技術学院 学院長	平林 庄司	三菱電機(株)顧問
金原 和夫	(株)日立製作所 名誉顧問	牧野 力	新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事長
小林 武次郎	三菱電機(株)社友	牧本 次生	テクノビジョン コンサルティング 代表
小宮 啓義	元:(株)半導体先端テクノロジーズ 代表取締役	安福 眞民	イノテック(株)監査役

【監事】

中村 信雄 (有)ナック コンサルティング 代表  
 和田 俊男 ワダ・エルエスアイ・テクノロジーズ 代表

【運営委員】

委員長：梅田 治彦 コマツ電子金属(株)顧問

委員 (50音順)

秋山 信之	元：コマツ電子金属(株)	高畑 幸一郎	(株)バンガード システムズ
荒木 洋一	(株)TSTータルサービス 取締役	田中 俊行	マイクロンジャパン(株)インストラクター
荒巻 和之	(有)セミコンプレーン 代表取締役	谷 奈穂子	(株)セミコンダクタポータル 代表取締役専務
内田 雅人	(株)フェローテックシリコン 顧問	中原 紀	足利工業大学 客員研究員
榎本 信能	(株)ハロラン・エレクトロニクス 代表取締役	中山 蕃	エー・ティー・イー・サービス(株)監査役
遠藤 征士	元：日本電気(株)	野澤 滋為	日本DSPグループ(株)代表取締役
岡田 隆	元：アネルバ(株)	原田 宙幸	三菱商事(株)顧問
小川 洋史	(株)フジキン 代表取締役	堀内 豊太郎	元：日本テキサス・インスツルメンツ(株)
柏木 正弘	慶應義塾大学 訪問研究員	麻殖生 健治	立命館大学 教授
加藤 俊夫	サクセス インターナショナル(株) 代表取締役	松本 光由	(株)つくばセミテクノロジー 代表取締役
鎌田 晨平	(株)クリーン・イー 代表取締役	溝上 裕夫	ケーエルエー・テンコール(株) シニアアドバイザー
河崎 達夫	システムLSI技術学院 学院長	三宅 隆一郎	(株)サンエス 顧問
木内 一秀	NTTエレクトロニクス(株)顧問	村川 順之	リアライズAT(株)代表取締役
島 亨	(株)フューチャービジョン 代表取締役	森山 武克	(株)フェローテック 顧問
鈴木 司郎	ジーケーエス事務所 代表	山根 正熙	伯東(株)顧問
Richard Dyck	ティーシーエスジャパン(株)代表取締役	吉見 武夫	(株)オムニ研究所 代表取締役

【事務局長】 片野 弘之 元:(株)日立製作所

度予算101%の均衡、健全予算としております。

### 3) 主な活動計画

- (1) 年次総会：1回(1月31日)
- (2) 諮問委員会：2回(1月31日、9月)
- (3) 特別講演会：2回(1月31日、9月)
- (4) 賛助会員連絡会：1回(9月)
- (5) 運営委員会：11回(原則第二木曜日、8月は休会)

### 【委員会活動】

#### 1. 研修委員会

2004年度来継続してきた研修テーマの選定、広報活動の強化等の努力で参加者が漸増し対前年ではほぼ倍の実績。研修会の内容をより多くの方に知っていただくため、講演会速報をホームページ上に掲載。

2006年度は「日本の半導体関連産業の国際競争力を再総括」を基本線に研修活動を組み立ててみたい。1月の特別講演は既にこの線に沿ったものであり、9月の賛助会員説明会での特別講演は国際競争力レビューシンポジウムを計画している。また、企画活動を強化し通常の研修会も半導体エレクトロニクス業界における定評あるセミナーとしての地位獲得を目指す。

#### 2. 編集委員会

「Encore」も発刊9年目43号になり、会員からのアンケートを戴き編集に反映し充実を図っていく。あ

らたな企画として会員、会員企業のなかに蓄積されている黎明期からの半導体関連の優れた技術を資料として残す意図から『半導体事始』シリーズをスタートする。半導体関連事業、周辺技術を対象に研究開発・技術開発・市場開拓・商品化・事業展開といった多様な切り口で歴史的な事実の記録を記事として次世代に残してゆきたい。ご期待いただくと同時に投稿のご協力とテーマ執筆適任者のご推薦をお願いいたします。

編集委員長の交替(06/1付)内田雅人委員長 秋山信之委員長、新任編集委員：木内一秀委員

#### 3. 広報委員会

SSISプレゼンスのアップールと会員への迅速タイムリーな情報伝達支援が使命。05年10月に人材情報センターの新規ページを開設。これを機にホームページへのアクセス件数が増加傾向。06年の重点方針としてはホームページによる対メディアリレーションの拡大を図る。そのための施策として関連HPからのリンクの増加、関連HPへのSSIS催事掲載依頼の推進を図る。これと人材情報センター用HP拡充と併せ会員増強の支援をしていく。

また、プレスジャーナル社との協力で継続してきたセミコンダクターFPDワールド誌のリレーエッセイは当初1年12回の予定が好評で06年4月まで1年間計24回に掲載が延長された。



#### SSIS Strings紹介

第1バイオリン：榎本 信能(会員)  
第2バイオリン：中原 紀(会員)  
ビオラ：岩井 一陽(協力)  
チェロ：田中 庸夫(協力)

#### 演奏曲目

\* G.F. ヘンデル 水上の音楽  
\* J. パッヘルベル カノン

#### 4. 関西地区委員会

関西は年2回の行事を実施。半導体大不況の2001年にスタートし昨年節目の5回の実績を積んだ。関西地区の半導体人口は2割といわれているが、夏の特別シンポジウム、秋季特別セミナーとも参加者は年々全国的に広がり定着化している。昨年秋のセミナーでは130名の参加を得た。本年も6月に特別シンポジウムを計画しており、座談会・基調講演・パネル討論の三部構成で従来のスタイルを継承しテーマは時勢に合ったものを準備している。また秋季特別セミナーも引続き計画してゆく。

#### 5. 文化活動委員会

05年春の工場見学会はソニーセミコンダクター九州(株)と(株)東芝セミコンダクター社大分工場を訪問。あわせて行われた懇親会も成功裏に終了。秋の見学会は事情により中止とした。

06年度計画は春季の日産自動車(株)九州工場と広島エルピーダメモリ(株)訪問が決定(4月)。

秋季は海外(台湾またはシンガポール)半導体企業訪問を予定。

#### 6. 人材情報活動

05年1月～6月の間ワーキンググループでビジネスモデル等につき討議し、6月のSFJで初めて外部にリリース。10月にHP上に「SSIS人材情報センター」を開設、関連団体の協力も得て活動を開始。求人は活発だが求職の登録がなく成立する例が少ない。経験豊富なシニアは日本の財産でありこの活用が今後ますます重要となる。会員のご協力をお願いする次第です。06年の課題・目標として団塊世代をヤングシニアとしてこの運動に引き入れること。求職登録者をいかに増やすか。女性登録者の開拓。事務局の強化。パブリシティ活動の継続等々。

#### 7. 九州地区活動

九州は半導体生産で約3割を占める重要な地域となっている。SSISの支部は2005年度から活動を開始。キックオフとして2月にシリコンシーベルトサミット福岡2005の開催に合わせ、九州JASVA殿と共催で「九州シニアベンチャー」福岡セミナーを開催。10月に「FPD技術講演会」とソニーセミコンダクター九州(株)熊本Tec見学を実施。

06年計画は3月：シリコンシーベルト福岡にパネル展示参加。4月：文化活動と合同で工場見学会計画。9月：秋季講演会・工場見学会。研修会(7月、11月)予定。

### 2006年度予算

表4に示す予算が提案され承認された。

表4 2006年度(第9期)予算

NO.	項目	2006年予算 (a)	2005年実算 (b)	対前年実 (a/b)%
[ 収入 ] 単位：円				
1	会費収入	12,400,000	12,016,555	103
	個人会費	2,600,000	2,277,500	114
	賛助会費	9,800,000	9,739,055	101
2	研修会収入	2,800,000	3,500,100	80
	東京	1,300,000	1,372,000	95
	大阪	900,000	1,683,000	53
	九州	100,000	129,100	77
	総会収入	500,000	316,000	158
3	寄付金他	500,000	1,289,000	39
4	雑収入	0	134,518	-
5	収入合計	<b>15,700,000</b>	<b>16,940,173</b>	<b>93</b>
[ 支出 ]				
1	集会費	3,800,000	5,024,123	76
	賛助会連絡会費	600,000	585,254	103
	年次総会費	800,000	831,693	96
	研修会費(東京)	1,100,000	1,277,558	86
	(大阪)	1,000,000	2,182,707	46
	(九州)	300,000	146,911	204
2	ニュース発行費	2,800,000	2,933,095	95
3	文化活動費	50,000	22,787	167
4	ライフプラン発刊準備	50,000	30,188	165
5	ホームページ維持費	450,000	377,400	119
6	運営委員会費	1,200,000	1,401,206	86
	委員会会議費	300,000	245,556	122
	委員会交通費	900,000	1,155,650	78
7	活動振興費	500,000	349,077	143
8	人材交流プロジェクト	500,000	315,041	158
9	通信費	300,000	375,408	80
10	新規活動計画	300,000	-	-
11	活動費計	<b>9,950,000</b>	<b>10,828,325</b>	<b>92</b>
12	事務局員費	3,240,000	3,170,097	102
13	交通費	280,000	332,900	84
14	事務所維持費	1,710,000	1,459,311	117
	家賃	1,450,000	1,339,884	108
	水道光熱費	0	0	-
	電話・FAX・通信費	260,000	119,427	217
	その他経費	0	0	-
15	消耗品費他	460,000	504,534	91
16	雑費	60,000	49,405	121
17	管理費計	<b>5,750,000</b>	<b>5,516,247</b>	<b>104</b>
18	支出合計	<b>15,700,000</b>	<b>16,344,572</b>	<b>96</b>
[ 収支差額 ]				
19	収支	0	595,601	



SSIS12月度研修会

# 第 世代の光 「発光ダイオード(LED)」

小山 稔 氏 (元 日亜化学工業株式会社 常務取締役)



2005年度の新社員を表現すれば「発光ダイオード」だそうです。(財)社会経済生産性本部の解説によれば、きちんと教育をすれば、それなりに働くけれども決して熱くならない。冷めている様子は発光しても熱くならないLEDのようだ。思わぬところでLEDの良さをPRしていただいた。最近、IEEEと応用物理学会が相次いで機関誌でLED特集号を出しました。特に後者の11月号では光白色LEDの記事が組み込まれています。日亜化学株式の現役がそのトップバッターを務めております。

## 1. 可視域LEDの歴史

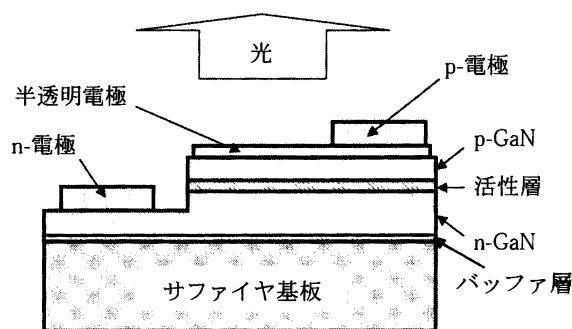
1962年、可視域LEDがGEで開発された。発明者はホロニヤック博士です。しかし、白熱電球、蛍光灯に比べて誕生直後のLED (GaAsP) は蛍の光にも及ばず、企業化は見送られた。その後、ホロニヤックの発明はモンサントに移りそこで商品化された。

日本では、東北大・西澤教授の発明、GaAlAsの液相成長法が注目された。JRDCの課題となり、スタンレーから製品化された。以後、エピタキシャル成長技術は液相から気相に変遷し、AlInGaPの四元系となりHP、東芝などから商品化された。

難関の青色は殆どの企業・研究所が一族のZnSeに注力した。その中で、名大の赤崎教授はGaNに取り組んでいた。先生は開発・事業化について、以前在籍していた松下に提言した。しかしその意思はないことが確認され、JRDCを通じて豊田合成が受諾した。他の企業では日亜化学の中村修二氏らが研究をしていた。その結果、1993年11月に日亜化学から青色LEDの製品化が発表され、続いて1996年9月に青色LEDと蛍光体を組み合わせた白色LEDが実用化された。

化学会社の名が再三出ましたが、可視光LEDの実用化は電子デバイスを知らない化学会社によって進められました。白紙の状態の研究開発に取り組んだことがかえって幸いしたのかも知れません。

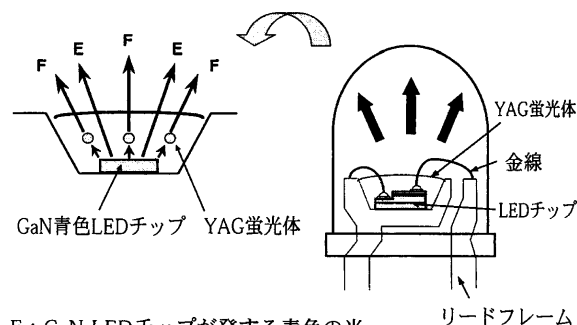
2. 当初、GaN素子は製品寿命を疑問視された  
図1は青色LEDの素子構造を模式的に示したもの



(b) 断面構造

\* 両電極を上部に配置、サファイア基板側がチップ実装面

図1 GaN-LEDの外観と断面構造  
(出典：月刊ディスプレイ 05-2月号 P.53)



E: GaN-LEDチップが発する青色の光  
F: YAG蛍光体が発する黄色の光

YAG: Yttrium Aluminum Garnet ( $(\text{Y}, \text{Gd}_{1-x})_3(\text{Al}, \text{Ga}_{1-x})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ )

図2 InGaN/YAG白色LED：砲弾型ランプ  
(出典：月刊ディスプレイ 03-4月号 P.21)

です。まずサファイア基板上にバッファ層を形成し、その表面に気相エピタキシャル法でn型、続いてp型のGaN単結晶層を積み重ねます。次にn層とp層にそれぞれオーミック電極を取り付けて完成です。

バッファ層はサファイアとGaNとの格子定数の大きな差異に起因する界面での格子の不整合を極力抑える役目をします。そのような対策で高量子効率と高寿命を保証可能な良質の結晶ができるはずがないと散々叩かれました。ところが商品化された現物を分析・評価するにつれて従来の常識では不可解な現象が知見され、驚きを交えた論文が各所から発表さ

れるようになりました。この構造で発生した格子の乱れが長時間の高温・高電界下でほとんど変動しないという観測結果もその一つです。

しかし、長寿命のメカニズムはまだ十分に解明されたとはいえません。格子の乱れは電流密度の高いデバイスでは種々の問題を包含しています。この点ではGaNのバルク単結晶の開発と製品化が切望されるところです。

図2は白色LEDの動作原理を模式的に示したものです。青色LEDの放射光の一部が黄色蛍光体を励起し、これらが混合して白色光として見えます。

### 3. 光の三原色が揃い応用分野が拡大

大型ディスプレイでは軽量の利点を活用してビルボードから始まり、野球場、公共の施設、室内競技場へと発展した。次いで、信号機、OA機器、一般照明（携帯電話のLCD用バックライト）、車載用光源、植物栽培、光治療、分析機器用など幅広く活用されています。例をいくつか紹介します。

競技場の大型ディスプレイ：現在、府中競馬場の15メートル×41メートルが最大。北京はオリンピック会場に30メートル×200メートルの超大物を計画中。

ボール形の大型ディスプレイ：東京お台場の日本科学未来館に設置、直径6.5メートル、重さ15トン、95万ケのLEDを搭載し、地球を取り巻く雲の動きを表示。

飛行船の胴体にディスプレイ：LEDの軽いことを利用。

信号機：東京都の試算によると、都内の信号を全てLEDへ切り替えた場合、電気代は24億円から3億円に下がると推定されている。

照明：松下電工は最大50%省エネルギーの照明を発表した。オランダのフィリップでは街路灯を試作している。ソーラセル、コンデンサとLEDから構成された送電線不用街灯を作れば、地震など災害時に役に立つであろう。

植物栽培：国内では、各所にて試みられている。ウイスコンシン大学はじゃがいものASTRO-CULTUREを実験中。宇宙空間での食糧の自給自足が目的か。

医療器具：イスラエルの企業では、2000年にLEDを使ってピルサイズの胃カメラを試作している。他方、長野市にある(株)アールエフ社は細胞採取、薬液注入機能を持ち、LED搭載、電池不要（電磁波送電）の次世代カプセル内視鏡に

ついて構想を発表している。

光治療：花粉症を治療する装置は既に発売されている。糖尿病の治療、眼の回復にも有効との発表がある。治療例はパソコンから検索可能です。山口大学では400～417nmの光を用いてピロリ菌を消滅させる研究をしている。

車載用光源：§4を参照

応用範囲の拡大は素子メーカ単独では不可能です。素子の能力を十分に引き出す企業との協業体制がますます必要となります。

### 4. ガラス管から開放され光設計の自由度が拡大

従来の白熱電球や蛍光灯は「ガラス管」が必要不可欠でした。固体発光素子のLEDはガラスフリーとなり、小さく、軽くて、割れない安全性の高いものとなった。これは光源設計の自由度を大幅に拡大します。

一方、明るさも電球の10～15lm/W、蛍光灯の70～80に比べ、白色LEDでは70lm/Wの製品が出始めた。研究のレベルでは、すでに100～120lm/Wの製品が発表された。将来の予測では、白色で200前後、また、300～350lm/Wを提示する文献も見られます。さらに、この数字を上回る予言をする方もいます。

このように明るくなることを予測して、車のヘッドランプ（HL）への設計が進行中です。さらにHi/Low、Wide、AFS（Adaptive Front lighting-system・配光前照灯システム）の照明系すべてをLEDにて機能させるという。これは車全体の照明・シグナルのLED化を意味します。

### 5. 市場規模

2005年から2008年にかけて金額で1.3～1.5倍の伸びが見込まれます。その中で、白色LED市場はカラーLEDの2～3倍（金額比）程度の開きが生じます。いずれにせよ市場は「車と省エネ」、「大型LEDのバックライト」等々への展開速度に大きく依存します。

表 LEDの市場規模の現状と予想

2004年	6,000億円
2005年（予測）	6,600億円
2008年：白色LED	6～7,000億円
RGB-LED	2～3,000億円
計	8,000億円～1兆円



日本PC事始 その2

デバイス屋が創ったNECの  
パーソナルコンピュータ「PC-8001」

後藤富雄（インテリジェントディスク㈱ 取締役）



第一回「West Coast・Computer Fair」

「TK-80」を発売した翌々年1977年4月サンフランシスコのシビックセンターで第一回「ウエストコースト・コンピュータフェア」が開催され、小生も興味深深、勇んで出かけた。そこで見かけたのはホビーとは一線を画した、スモールビジネスタargetの実用的なシステムであった。マイクロプロセッサ用のFORTRAN、COBOLまでであった。日本では中小企業向け小型オフコンのジャンルである。その中でもコモドル社の「PET2001」とアップル社の「Apple II」が異彩を放っていた。どちらもホビー、組み立てマニア向けでない完成システムであり、CPUはMOSテクノロジー社の6502プロセッサ、BASICインタプリタがROMに書き込まれており、電源オンですぐ立ち上がる。「PET」はモノクロームCRT、キーボード、カセットテープデッキを一体化したオールインワン。



写真1 コモドル社PET2001試作品

「Apple II」では後にビジネス用途のカラー・アプリとなる表計算ソフト「Visicalc」のデモ版が走っていた。コンピュータマニア向けのマイコンから誰でも使える個人用パソコンへの大きな潮流を感じて帰国した。会場で出会った西和彦（当時アスキー社長）、安田寿明（当時東京電機大学助教授）氏も小生以上に敏感にそれを感じとり、以後業界に向けて

パソコンの将来を説く役割を担われたのである。電卓事業で大成功し、ミスター・カリキュレータと呼ばれたコモドル社トラミエル社長は、発表時のコメントで「将来このパソコンは100ドルになるだろう」と豪語していたことが懐かしい。

BASICの使えるパソコンを作って欲しい

「ビット・イン」でお客様の相談にのっていると、いろんなことが分かってきた。技術者に混じって、普通の人々からの相談が増えてきた。タイプライタのように文章やデータを自由に入力し、保存し、取り出したい、と言う声も聞こえてくるようになった。その頃、パソコン雑誌などにBASIC言語で書かれたゲームや簡単な実用ソフトが掲載されはじめ、BASIC言語の使えるマイコンへの期待が増していた。1978年には日立の家電事業部から「ベーシックマスター・レベル1」、シャープの部品事業部から「MZ-80K」が発売され、マイコンキットで先発した我々には相当なプレッシャーであった。BASICのROMとビデオ表示回路を搭載した拡張ボードとキーボードのセットで売り出したり、オートカセットテープドライブを内蔵した完成品「COMPOBS」も発売したが、市場の反応は悪かった。この頃が電子デバイス部門で始めたキット事業の限界で、パソコン事業への転進を決断せねばならない分岐点でもあった。この点に関しては、事業の推進者であった渡辺和也部長（当時）の揺るぎない信念と会社上層部への夜討ち朝駆けの説得努力、それを非公式に認めて泳がしてくださった、故大内専務（当時）や澤登電子デバイス販売事業部長（当時）の支援が大きかった。そんな背景を知るや知らず我々技術者は本格的な完成品パソコンをめざして開発に専念することが出来たのである。

「使えるパソコン」を目指した

先行する日立もシャープもその商品イメージは、まだまだアマチュア、マニア向けであり、実用的な訴求は無かった。我々はビジネスの世界でも安心して使ってもらえるような、高性能だが安価な「見え

るパソコン」を作ることにした。これまでの体験から自然に得られたコンセンサスであった。市場投入がやや遅れたとは言え、結果的にはそれが幸いしたように思う。

最新のデバイスで、性能・品質で最高の製品

CPUに自社製μPD780（ザイログZ80互換）、CRTコントローラに開発途中のμPD3301D、FDDコントローラにはμPD765を採用し、画面表示は80文字×25行が表示可能とし、業務用端末としても遜色ないものをめざした。最先端のLSIの設計情報を、社内の設計者からどこよりも早く知ることが出来たことは開発を進める上で徹底的に有利に作用していたのである。フルキーボードは社内の電子コンポーネント事業部に押しかけてキータッチの感触を損なわずにコストダウンをするようお願いしたもので、結果的には市場での評判は良かった。メインボードもプリント基板事業部に協力を仰ぎ、当時最高のファインピッチのものを最短のリードタイムで製作していただいた。

デファクト・スタンダードのBASICをROMに搭載

BASIC言語の決定に当たってはデファクト・スタンダードになれるかどうかを最優先し、社内開発中の処理スピードでは断然優れた土岐氏（当時入社2年目、学生時代からBASICを自作マイコンで走らせていた）の書いたBASICの採用を見送り、先発の「アップルII」や「TRS80」でも使われているマイクロソフト社製BASICを採用することにした。私は急遽シアトルに飛び、ゲイツ社長と会いPC-8001のスペックを伝え、納期と値段の交渉をおこなった。シアトル空港に着くとゲイツ氏が運転する車に乗せられ、そのままワシントン湖畔の自宅に連れて行かれ母親手づくりのディナーで迎えられた。

西氏の戦略で、日本の大手コンピュータメーカーとの最初のOEM契約への執念が良く理解できる。あの時の契約金額は本当に安いものであり戦略価格であった。良くも悪くもその時から我々はマイクロソフトの傘のもとで事業を推進してゆくことになるのであった。BASICにPC-8001用のグラフィック機能等を追加する作業は土岐氏が旧マイクロソフト本社の小さなオフィスに駐在し、発売間近まで続けてもらった。

プリンタとフロッピーディスクドライブは純正で

実用面で必須の周辺機器は自社ブランドで発売することにした。プリンタは帳票印刷にも使えるドットインパクトタイプのものを特別仕様で、東京電気

（当時NECのマイコンの大口ユーザ）からOEM購入した。フロッピーディスクは5インチで、2ドライブを一体に納めた外部装置として発売した。CPUバスへの直接接続による不安定性を逃れるために装置側にもCPUを持たせ、パラレルポートで接続する方式をとった。半導体デバイスを多用する贅沢な設計は、チップ価格の低下を予測できる我々の得意なところであった。



写真2 PC-8001本体とモニター

この様なコンセプトで開発された「PC-8001」は79年5月の第3回マイクロ・コンピュータ・ショーの開催に合わせ発表、会場のデモ機の前は黒山の人だかりの好評を呈した。本体16万8000円に決められた価格は3年間一度も下げることなく売れ続けた後、日本語処理のため漢字ROMを搭載し、グラフィックの解像度も上げた「PC-8801」シリーズとして日本のパソコンの第一世代をリードし、次の16ビットパソコンのベストセラーである「PC-9801」へとバトンが渡されたのであった。

偶然にもマイコン、パソコンの黎明期に立ち会い、半導体デバイスの素晴らしい仲間、上司とともに夢のある仕事に参加させていただきました。お世話になりました多くの皆様に感謝を申し上げます。



写真3 ビルゲイツ氏と筆者（2005年）

## ベル研の2大遺産を巡る随想 (1) トランジスタ発明までの経緯と 尽きせぬ教訓

中原 紀 諮問委員



### はじめに

AT&Tの研究所としてのベル研(BTL)は今ではLucent Technologyという名前で存続しているが、そのWebページ<sup>1)</sup>を見るとBTLの遺産(Heritage)としてトランジスタとUNIXが記されている。筆者はかねて今日喧伝されている情報技術(IT)はこのベル研の2大遺産に深く負っていると信じているが、まずトランジスタについて、なぜベル研でトランジスタが発明されたかを詳細に記述した“Crystal Fire”と題する書籍を最近再読して、当協会会員にもあるいはご参考になるのではと考えて、随想を寄稿する次第である。

### 1. 物理学と化学の世紀、その時代背景

20世紀は物理学と化学の時代といわれて久しいが、特に20世紀前半に見られる物理学の革命はホモサピエンスとしての人類が獲得した知識として有史以来の意義を持っている。それは量子力学という新しい自然観の誕生であり、特筆すべきはトランジスタという言葉に象徴される半導体デバイスは正にこの量子力学の所産ということである。なお半導体デバイスには相対性理論の創始者として有名なアルベルトアインシュタインも深く関わっている<sup>2)</sup>ので、先ずこの話からスタートしよう。アインシュタインは“奇跡の年”1905年に発表した論文の一つで、光電管特性として観測される光の波長と電流の関係を説明するために、光子(フォトン)モデルを提起したことは周知である。アインシュタインのこのモデルはその波及効果という点でも大きな貢献をしている。それはこのアインシュタインの光子モデルに触発されたフランスの貴族ド・ブロイが、「それでは荷電粒子と見なせる電子が波動性を示すのではないかと」という仮説を発表したことである。当時このド・ブロイの提案は学会では完全に黙殺されたといわれるが、何とこの電子の波動性を実証したのがベル研に在籍していた実験物理学者ダビッソンとその協力者ジャーマだったのである。この電子の波動性の仮説とそ

の実証によって、ド・ブロイとダビッソンはノーベル物理学賞を受賞したが、その最大の功績は近代物理学としての量子力学の確立に寄与したことである。ちなみにダビッソンはベル研での最初のノーベル物理学賞受賞者となったのであった。

### 2. ベル研R&Dディレクタの貢献

最近日本ではMOT(Management of Technology)と称するセミナーが盛んであるが、ベル研のR&Dディレクタとしてトランジスタの発明への途を開いた、Malvin Kelly博士の功績を今日想起するのも意義あることと筆者はかねて考えている。ベル研でのトランジスタの発明に至るまでの経緯については、発明者のウイリアム・ショックレーが1976年にアメリカ建国200年祭に因んでIEEEの電子デバイス関連の雑誌に執筆している<sup>3)</sup>が、1997年トランジスタの発明50周年記念に因んで米国で出版された「Crystal Fire」という単行本<sup>4)</sup>は、さらに総合的なトランジスタ発明物語として興味が尽きぬ傑作である。このいずれにもKelly博士の話が登場するが、ここではトランジスタ発明までにKelly博士の果たした役割を紹介しよう。Kelly博士はウェールズ・アイルランドの血を引く研究者であったが研究ディレクタとしてはかなり厳しい人であつたらしい。「Crystal Fire」の中ではそのエピソードも紹介されているが、ここではKelly博士の研究ディレクタとしての先見性と功績について述べてみたい。

ベル研は電話の発明者Alexander Graham Bellの名前に因んだ電信・電話に関連する総合的な研究所であったことは周知であるが、Kelly博士は電話交換機の将来像に思いを馳せて真空管に代わる固体デバイスの必要性を予見していた。当時のベル研では“固体真空管”の研究開発には誰も手をつけていなかったが、それは1929年の経済大恐慌の影響で1936年まで研究者の採用を中断していたベル研としては止む

足利工業大学 情報科学センター客員研究員

を得ない事情があった。そこでKelly博士は米国で固体物理学者としてすでに高名を馳せていたMITのJ.スレータ教授の門下生を採用する決心をする。このスレータ教授は、およそ固体に関する物理現象はすべて電子のエネルギー帯構造理論で説明ができるという、強烈な信念の持ち主であったといわれる。量子力学の基礎は20世紀の初期にヨーロッパの研究者がリーダシップを発揮したが、この量子力学の応用という分野では米国がリーダシップを握ったとも言われておりMITのスレータ教授はその典型であった。ベル研のKelly博士による研究者スカウト話で推薦されたのが、後にトランジスタ発明者となるウィリアム・ショックレー博士であった。ショックレーはMITのスレータ教授門下で食塩結晶の電子構造に関連する量子力学的な研究によって博士号を得たばかりであった。こうしてベル研では初めて固体物理学の研究者が採用されたが、不思議なことにショックレーがベル研に就職して最初に配属されたのは先に述べたダビッソンの研究室であった。このような人事配置をKelly博士が了承していたのかどうかは解らないが、ショックレーはここでかねてベル研への就職動機であった固体真空管の研究をやらせてもらいたいと上申し、1938年にはこの研究チームが発足する。リーダはショックレーであったが、その配下には後にトランジスタ発明者として名前を連ねる電子放射の専門家ウォルタ・ブラッテン、また広い研究分野の経験をもつジョン・バーディーンが協力者に加わった。

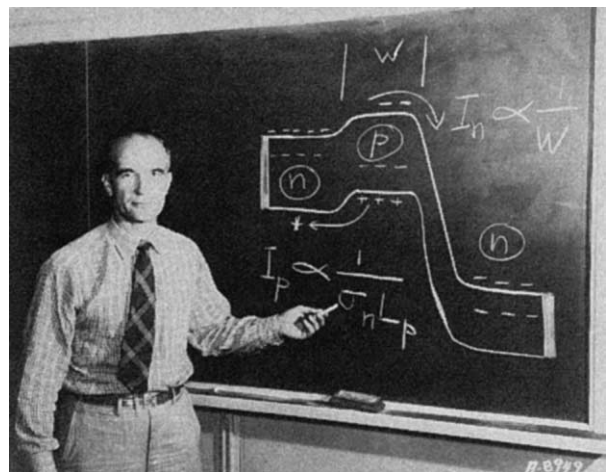
ここで注目されるのは研究ディレクタとしてのKelly博士の指導力である。Kelly博士はショックレーに、電話交換機が“固体真空管”で構成されるビジョンを熱っぽく語って尽きなかったとショックレーは回想している。また固体材料の対象をゲルマニウムとシリコンという単純な半導体材料に限定するという決定をしたのもKelly博士の示唆であった。

こうしてベル研での固体真空管の研究はKelly博士のお膳立てで発足したのであるが、担当者としてのショックレー達は試行錯誤の連続であった。この経過はショックレーが1976年に発表した論文の中に詳しく書かれているが、このような悪戦苦闘の中でショックレーは1939年12月29日の研究日誌に、固体真空管が可能であると今日思いついたという記述も紹介されている。ベル研でのこのような固体真空管の研究チームは、1941年第二次世界大戦の勃発によって軍事研究に動員され、ショックレーはワシント

ンでオペレーションズ・リサーチの仕事に従事した為、ベル研での固体真空管の研究は中断された。

### 3. トランジスタの発明に至る人間ドラマ

1945年末にはベル研での固体真空管の研究活動は再開されたが、ショックレー達がかねて試みてきた半導体の表面に近接して配置した金属電極に加える電圧によって半導体に流れる電流の変化が、期待通りには観測されないままであった。この原因を調べるためにブラッテンとバーディーンが工夫した、ゲルマニウム結晶の表面に二本の針を立てた構造を用いて様々な実験を繰り返す過程で、彼らは電力の増幅現象を発見したのである。この発見にはショックレーはあまり関与していなかったようであるが、この新現象をベル研として対外発表するために先ず特許申請の手続きを開始していた。ここでショックレーは発明者に自分の名前が入っていないことに不満を表明したが、特許弁理士の説得で事情を了解したものの内心はかなり不満であったに違いない。「1938年以来自分はKelly博士の付託を受けて固体真空管の発明に専念しており、そのような研究活動の一環として、点接触型構造による電力増幅現象が発見されるまでの活動には少なからず関与してきたではないか？」の思いは前述のショックレーの回想記の中にも触れている。ここでショックレーは、指導教授であったスレータ教授の信念でもあった、固体のエネルギー帯構造に立ち返って固体真空管の可能性を一人で考え始めるのである。それは点接触型トランジスタ現象が発見されて約1週間後の、1947年12月24日から1948年1月24日までの1カ月の恐るべき集中力であるが、最後の決め手は1948年1月23日朝の発



npn型トランジスタの動作を説明しているショックレー  
1976©IEEE

想であったと言われる。このような経緯を知るときショックレーの恐るべき集中力もさることながら、スレータ教授門下としての固体物理学の素養、特に固体内のエネルギー帯構造に関連する量子力学的な計算という、実際的な研究実績の蓄積が一挙に開花したとも思われるのである。それはブラッテン、バーディンいずれにも期待できない成果であったといえよう。こうして接合型トランジスタの構造についての発明はベル研の研究日誌に記録され、まぎれもなくショックレーの発明として歴史に残ることになったが、それが実物で実証されるのは1950年であるから、この間もショックレーは雌伏の時代を過ごしたのであった。

1956年にショックレー・ブラッテン・バーディンの3人はトランジスタの発明によってノーベル物理学賞を受賞したが、この席でも受賞者3人の中での会話は交わされぬままであったといわれる。「Crystal Fire」によると、3人のトランジスタ発明者はノーベル賞受賞後それぞれの道を辿ったが、この中でショックレーの後半生は“シリコンバレーのモーゼ”として、他の二人の境涯に比較するとはるかに波乱に満ちたものであった。

#### 4. 歴史の教訓を考える

トランジスタの発明、特にショックレーによる接合型トランジスタの発明は、20世紀が物理学と化学の世紀であったといわれる典型的な発明の一つであった。それは20世紀に誕生した新しい物理学としての量子力学の産物であることに改めて注目すべきであろう。ただその発明に至る経緯を顧みると、そこには人間的あまりに人間的なドラマを痛感せずにはいられない。と同時にトランジスタの発明が電話交換機への応用という明確な目的研究の産物であったことも注目に値することである。重要なことは、このような研究チームを発足させ更にショックレーによって接合型トランジスタが発明されてからは、その普及を目的としたシンポジウムを開催するなど、研究ディレクタとしてのKelly博士の貢献は極めて大きいことを忘れてはならないのである。

それにしてもトランジスタの発明は何故ベル研で？という疑問が湧く。何故RCAで、IBMで、あるいはGEで生まれなかったのだろうか？ トランジスタが発明されるまでの同時代の記録として「電子の世紀の発明」<sup>5)</sup>、あるいはコンピュータの誕生とその後の経緯の記録「パスカルからノイマンまで」<sup>6)</sup>で

は、ベル研以外の組織での固体真空管の研究開発にまつわる記述は殆ど見当たらないのである。ショックレーはトランジスタの発明を、「“考える意志”が産み出した“準備された偶然”」とも指摘しているが、これはショックレー自身の実感を示唆しているように思われる。

さてベル研で半導体デバイスの研究開発に従事した多くの人材もベル研の貴重な遺産であるが、その中で特筆したいのは台湾出身のS. M. Sze博士である。Sze博士は台湾大学を卒業してベル研に就職、半導体の研究に従事すると同時に多くの優れた半導体デバイスのテキストの著者としても知られているが、ベル研を退職後台湾に帰国してからは台湾で多くの半導体人材を育成し、台湾の半導体立国にも貢献したのである。Sze博士が2002年に出版したテキスト<sup>7)</sup>を読むと、約17年ぶりの改定版でますます充実したその内容には感心させられる。特に序論で1980年から2010年までのGWP (Gross World Product)、エレクトロニクス・自動車・鉄鋼の各産業規模を半導体産業の伸びと対比する中で、半導体産業は最大の伸び率が予測されているのである。半導体産業についてのSze博士のこのような洞察力が台湾の半導体立国に大きく貢献しているに違いない。

紙数の制約から極く限られた内容に終わるが、ベル研でのトランジスタの発明物語を巡っては、汲めども尽きせぬ興味と教訓を改めて痛感するのである。

- 参考文献
- 1) <http://www.bell-labs.com/history>
  - 2) 中原 紀：「アインシュタインと半導体産業をめぐる随想」, 電子材料, 2005年2月号
  - 3) W. Shockley : “ The Path to the Conception of the Junction Transistor ”, IEEE Transactions on Electron Devices, July 1976 Volume ED-23 Number7
  - 4) Michael Riorden and Lillian Hoddeson : “ Crystal Fire - The Birth of the Information Age - ”, W. W. Norton & Company ( 1997 )
  - 5) Alfred D. Chandler Jr. : “ Inventing the Electronic Century ”, The Free Press ( 2001 )
  - 6) Herman H. Goldstine : “ The Computer from Pascal to von Neumann ”, Princeton University Press ( 1972, 1993 )
  - 7) S. M. Sze : “ Semiconductor Devices Physics and Technology 2nd Edition ”, John Wiley & Sons, Inc ( 1985, 2002 )



# “人材情報センター”設立

## Stand up Now! Fight Back!! Walk Tall!!!



森山 武克 会員

### 自由に気楽に情報にアクセス

- ・ある企業の調査によると団塊世代の方は退職後も、50%以上の方が、働いて社会とのかかわりを深くもっていききたいという希望を持っている。
- ・40才をすぎてセカンドライフを考え始める人は、自分の将来のことを社内外で話をして情報を収集することは、立場上むづかしくはばかられる。
- ・50才代から60才代では、人事部、上司、同僚、友人、取引先等、自分の持っている人脈を通じて情報を得る場合が多い。

この際の問題点は、“しがらみ”である。このような筋からの紹介による場合は、事前でも事後でも辞退しにくい。反対に採用する側も面接してことわりがい事情が出てくる。

- ・人生運命的出会いによる幸運がよく書かれている。偶発的な接触によって“良い仕事”“良質な人材”を得ることは、あり得てもあくまでも受け身であり、確率的には低い。
- ・企業も人も目的を定めて、情報を集め分析し、実際に接触・面接し生の情報をもって比較して決断すべきである。

### コンセプト

まず人材、仕事に関する良質で高度な情報を会員に提供します。その情報を企業も個人もネット上でモニタリングしながら活用していただく。情報の収集については人脈をフルに活用して全力を尽くします。

半導体・液晶産業並に関連産業に特化し、海外を含めて活動します。

### 会員への直接的な貢献

協会誌を発行し、各種のセミナーを開催することは会員に対しての間接的貢献になりますが、より直接的な貢献の方向に一步でも近づけようというのがこの活動です。

### スタート

昨年6月大阪で開催されたSEMI主催のSEMI Forum Japanにおいて、プリマーケティングを始めた。まず世の中にニーズがあることが確認・実感されました。

ニーズの背景には就業人口の減少がある。

メディアは07年からの団塊の世代の退職を問題とするがそれはすでに始まっている。01年の大不況によってリストラクチャリングにより業界では急激な人員削減が進行し、オーバーキルの状態になった。

その結果“知の不連続”“知の断絶”という問題が随所で起こりつつあります。

企業は今深刻にいかにもノウハウを伝えていくかに頭を悩ませています。

### 提 案

これからは若手の優秀なライン部門と経験豊かなシニアとをうまく組み合わせお使いください。

シニアとは今ではもう40才以上の方々からそう呼んでもいいのではないのでしょうか。シニアは仕事、人生の経験を積んできた人への“尊称”と思います。少し早めに将来のライフプランを考え始める方々のために参考になるコメントを発表しています。

これを読まれた方で、コメントがあれば是非お送り下さい。

協会の人材情報センターのホームページで発表させていただきます。

要はプロジェクトごとに、アドホック（特定目的で）に、タイムリーに、シニアの持つノウハウを積極活用して下さいということです。

雇用契約もコンサルタント契約、プロジェクト契約、囑託・顧問契約など緩やかに相互に自立してフリーな形で契約をすることも大事な点です。

それによって人的効率も上がり人件費としては安くなります。それに少しでも知の不連続を埋めるこ

(株)フェローテック 顧問 ローツェ(株) 監査役

とができるのではないかと考えます。

### プリアーケティングの結果

コンサルタント的な仕事が多数企業からきております。一例ですが中国から半導体液晶の先生の派遣を求められています。

大学を卒業した社員に再教育をする。中国に進出した日本企業ではやはりチームワークが大事です。

一人っ子政策で大事にそだてられて余り挫折を知らない中国の若者に対し、メンタリティーの教育を含め初歩的な半導体液晶の教育する先生です。

一方シニア側は自分の持っている技術を伝承して人生の役割を果たしていきたいという気持ちが強い人が多いだけに積極的に対応したいと思います。

### 大きな流れ

大企業で幅広い経験をした人を、中堅企業では求めています。

大企業では人材の厚みがあります。ベンチャー企業、中堅企業ではその層がうすく、新規分野に進出する時、商品分野を拡大しようとする時、高度にいろいろな職種を経験された人を必要とします。

### 最後に

要するに人材の流動性を増やすことによって人が活力を生み出すチャンスが生まれてくるものだと思います。人は自己発見し、自己開拓する機会が増大するし、企業側は又優良高度人材を“見出す = Find out”する機会が増大します。これが健全な流動性の効果ではないでしょうか。

働きたいと思う人も、いい人材がほしい企業も良い情報を求めている。SSIS人材情報センターは、良質な情報を会員に提供します。

個人は年会費1万円で入会していただき企業には規模に応じて会費をお願いする。

世の中は、若さが尊重されていますが、ネクタイをはずして家でゆっくりしておられる有能な方々にも再度最後に呼びかけたい。

Stand up Now! Fight Back!! Walk Tall!!!

ぜひ人材情報センターにご入会下さい。



寄付者芳名 (No.39 所載報告以降)

ご協力有難うございます。前報告以降寄付をお寄せいただきましたのは以下の皆様です。厚く御礼申し上げます (お名前は50音順、敬称略)。

秋山 信之、荒巻 和之、石破 利久、内田 傳之助、内田 雅人、梅田 治彦、漆原 健彦、大西 新二、越智 六郎、片野 弘之、鎌田 農平、河崎 達夫、川西 剛、木内 一秀、金原 和夫、栗林 茂樹、小久保 彰子、近藤 明彦、高橋 昌宏、高畑 幸一郎、田中 喜男、田辺 功、谷口 勝吉、中田 靖夫、中原 紀、中村 信雄、野澤 滋為、平林 庄司、福田 弘、藤井 昭弘、星野 清、堀内 豊太郎、堀江 洋之、三宅 隆一郎、八鈕 吉文、八幡 恵介、蓮 靖夫、和田 俊男 (2月末拜受分まで)

新入会員 (2005.12 ~ 2006.3)

個人会員

野村 眞三 (有)野村電子技研  
金 根東 ボボス企画  
松永 正久 (元：東京大学教授)  
角 正 三菱電機(株)  
萩原 正雄 デナールシラン(株)  
村上 智陽 国際商事(株)  
成田 敬道 (東芝OB)  
藤井 壮志 (株)エルテック (入会順)

### SSIS 特別シンポジウムのお知らせ

日時：6月13日(火) 9:45 ~ 17:45

会場：グランキューブ大阪

内容：座談会 / 基調講演 / パネル討論

参加費：会員6,000円、一般8,000円

昼食1,000円

詳細はURL <http://www.ssis.gr.jp> をご覧下さい。

### 会員現況 (3月15日現在)

個人273名、賛助47団体

SSIS News Letter "ENCORE" No.45

発行日：2006年4月14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

〒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](mailto:ssis@blue.ocn.ne.jp)