

巻 頭 言

多様化の進展と合理的な対応

半導体産業研究所
森野 明彦



半導体産業研究所
森野 明彦

トランジスタの誕生から今年で60年を迎えた。この間、半導体技術の進歩、特に集積度の目覚ましい増大によって、さまざまなエレクトロニクス機器、サービスが生み出され、その高機能化、低コスト化、小型化等は言うに

及ばず、高信頼性化、省エネルギー化等の面で大きな貢献が成されてきたことは良く知られるところである。

また、“いつでも、どこでも、誰とでも、話ができる”という通信サービスの基本的なニーズが、携帯電話の実用化によって充足されると共に、携帯型パソコンの出現によって、場所と時間を問わずにコンピュータ機能が利用できるようになった。コンシューマ分野でもさまざまな新機能・サービスの実用化が見られる。

今後はこのような機能・サービスがより高度で広範囲に、個人にフレンドリーな形で実現されるユビキタス社会や、個人にとって安全・安心で快適な社会の構築が進められると考えられるが、そこでは半導体に対して益々多様なニーズが寄せられることになる。

このようなニーズの充足に当たっては、大規模な競争力あるシステム機能のチップ上へ

の集積が必要であり、設計技術、システム技術の重要性が飛躍的に増大してくる。

一方、半導体技術においても多様化が顕著である。長い実績を持つシリコン酸化膜の限界が徐々に顕在化し、それに代わってトランジスタに対するHigh-k材料、配線に対するLow-k材料やカーボンナノチューブ等の材料、さらにMEMS等の新デバイス、有機半導体をはじめとした新材料の研究開発が進められている。

このようにいろいろな分野で多様化が進展する状況の中で、半導体として高い付加価値を持つ製品、サービスを創出していくにはその進め方に工夫が必要であろう。すなわち、設計技術を中心にシステム、デバイスをはじめ関連する広範囲の分野の専門家が一体となり、それぞれの発想や知恵を生かし、互いに触発し合いながら共同して新しいものを作り上げていくという進め方が従来にも増して重要になってくると考える。この場合、専門家の各々が持っているその人固有の価値観や方法論が共同作業のマイナス要因にならない進め方も必要である。

多様化の進展が、実は自然な姿であり、同時に価値創造の源泉であるとの認識に立って、これに対して合理的な対応を積み重ねることを通して、新しい価値が創造されていくようにしたい。またこのような面で日本がその強さを発揮していくべきであると考えられる。

前 SELETE 社長

会長挨拶

川西 剛 会長

本日はお忙しい中、半導体シニア協会年次総会にご参会いただきまして有難う御座います。半導体シニア協会もいろいろなことを経験しながら設立10年目を迎えておりますが、私自身も皆様のおかげで半導体の仕事に半世紀の永い間携わってこられたことは大変光栄でありまた感謝するところです。今日は半導体ベンチャーの雄飯塚哲哉様のご挨拶とトランジスタ発明から60年を迎えた還暦の半導体を記念して菊池 誠先生の特別講演も伺えることになっております。

SSISは10年目にはいり、個人会員が約290名、賛助会員が51社になっていています。ひとえに会員の

皆様方、関連の方々のご支援の賜物と厚く御礼申し上げます。最近では国会でも取り上げられている優勝劣敗や格差の話もありますがこれらは見方ではイノベーションや革新には付きものの現象でもあります。そうはいつても半導体業界が競争だけや、ぎすぎすした関係だけでいいものではないと思えます。私たちシニアの役割の一つは厳しい半導体業界の中で潤いや希望や暖かさといったものを少しでもお返しすることではないかという気持ちをもっております。

次なる10年も我々シニア協会は是非シニアの為すべきこと、シニアでなければ出来ないことを続けていけばいいと考えています。

ご来賓挨拶

飯塚 哲哉 日本半導体ベンチャー協会(JASVA)会長)

半導体シニア協会10年の節目の総会にお招きいただき有難う御座います。大先輩各位の前でご挨拶をさせていただく機会を得ましたことに御礼を申し上げます。本日はJASVAのメンバーの方もご出席されておりこの会の人脈の深さに感心しております。

今年が半導体還暦の年に当たるというお話ですが、私自身が還暦の猪年です。干支の亥年は炸裂する年だというジンクスがあるそうで、是非業界もそうなって欲しいと願っております。安部政権に変わりイノベーションとオープンによる美しい国づくりを掲げています。固定資産税の改正、エンジェル税制の導入等制度面の改革がなされオープン化の施策は徐々に進みつつありますが、イノベーションの方は大問題です。その最大の障壁は少子化です。少子化には三種類があり、一つは人口プロファイルの悪化、

二番目は理系離れ現象、三番目が起業の少数化です。特に三番目の状況は深刻で開業がしにくく、廃業率の高い状況が続くと日本の製造業はどんどん弱っていきます。事実我が国の大企業は大企業と呼べない状態になりつつあります。

いま日本に問われているのは創業率・開業率の低い現状を打開する策を講じること。強いベンチャー、小企業が育たないと大企業も衰退してゆきます。車の両輪が廻らないと日本産業全体を弱体化してしまうのです。

半導体シニア協会は大きな人材のハンドリング・パワーを持っておられます。今一度大きな荷物を背負って頂き半導体業界の方向付けへのご示唆を頂ければありがたいと思えます。われわれJASVAも皆様のご協力を得ながら一石を投じていきたいと念じつつご挨拶といたします。

CONTENTS

年次総会特集号

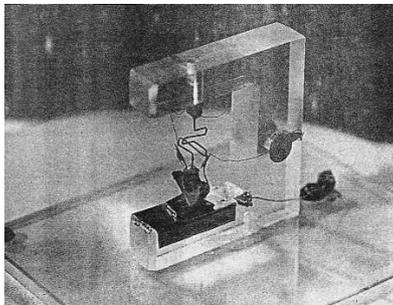
・巻頭言	森野 明彦 1頁
・総会での会長挨拶	川西 剛 会長 2頁
ご来賓挨拶	飯塚 哲哉 2頁
・特別講演「半導体研究 思い出の人びと キーパースンが残した教訓」	菊池 誠 3頁
・総会報告(2006年度活動報告・2007年度活動計画)	7頁
・半導体事始「電子交換機用半導体の開発」	向井 久和 会員 12頁
・SSIS九州 研修会開催 報告	荒巻 和之 会員 15頁
・News最先端「生涯現役社会の条件 清家 篤」講演を聴講して	松下 晋司 17頁
・賛助会員紹介シリーズ「㈱テクノロジー・アライアンス・インベストメント」	吉澤 正充 19頁

半導体研究 思い出の人びと キーパーソンが残した教訓



菊池 誠（東海大学名誉客員教授）

マレーヒルの上のベル研究所で、トランジスタが発明されたのは1947年12月23日。それから60年が経過しているのだが、その黎明期から、私が久しく付き合ってきた優れた欧米の研究者たちの人間像、本当の能力について、感動したいくつかの記憶をエピソードとしてご紹介したい。



ショックレーの家で見つけたトランジスタの
最初の実験に使われた装置のレプリカ

トランジスタ誕生のカルチャーショック

1947年当時の状況の理解を促すために、最初に私自身の経験について触れてみよう。

トランジスタの話が日本に入ってきたころ、私たちの研究室は、商工省の電気試験所であった。その後、商工省が通産省になり、電子総合研究所になり、今は産業技術総合研究所となっている。当時の私のボスは、鳩山道夫さんで鳩山一郎さんの甥にあたる。トランジスタについて知ったのは、鳩山さんの口を通じてである。

ある朝「おい、君、こんな話を信用できるかい。アメリカで結晶に針を2本立てて、一方の針から電気信号を入れたら向こうの針に増幅されて出てくるってさ。こんなことを、君、信用する？」と鳩山さんは私に言い「いや、そんなのは絶対にうそだ」と私は答えた。しかし10分もたたないうちに鳩山さんのところに行き「さっきあんなことを言ったけれど、本当を言うと僕は実験をやってみようといひんです」と伝えたことから、実験をしてみようということになった。今のように絶縁材料のいいものはないため、ベークライトを絶縁材

料に使用。ゲルマニウムの代用としては、鳩山さんが調達してきた多結晶の、それはひどいポーラスなごそごそのシリコンを使って、タングステンの針を用いたり、いろいろ工夫しながら実験を開始した。

私が大学を出た年にトランジスタの発表があったことから、私は半導体技術の発展とともに生きる幸運に恵まれたわけで、若いとき「おまえは何に一番強烈に感動を受けたか」と聞かれれば即座にこの経験の話した。技術のカルチャーショックだった。つまり全く新しい時代に入ろうとしていることを痛感する現象を毎日経験したわけだ。例えば、今日、物質の純度は「9」の字を九つか十並べた純度まで上げるのは半導体では当たり前のことである。しかし、日本のわれわれはそういう素養を全く持っていなかった。日本だけではなく、アメリカでも、この領域を切り開いた人以外はそういうカルチャーのバックを持っていなかった。つまり半導体が学問と技術にレボリューションを起こしたということが、骨身に滲みる経験を積んでいるのである。

「スピリチュアルファーザー」 マービン・ケリー

最初はマービン・ケリーについて話をしたい。マービン・ケリーのことをアメリカでも「スピリチュアルファーザー」という名前で呼んでいる。トランジスタのスピリチュアルファーザー。つまりケリーは自分で研究したのではないが、ケリーがいなければトランジスタはできなかった。よくも悪くも強烈な個性の持ち主であったといえるだろう。

ケリーは、1935年ごろにベル研究所で電子管研究部長をやっていた。当時、彼は「わが研究所はアメリカ社会のために何をなすべきか」と自問自答し「それはアメリカ全土を覆うクオリティーの高い電話ネットワークである」と即答している。当時はまだ電話ネットワークの程度が非常に低かった。

ケリーはアメリカ全土に2人の人がどこにしようともまるで面と向かっているような会話が交わせるシ

ステムをアメリカ全土に作らなければならない。これは明白であると主張していた。また、その実現のためには「真空管ではだめだ」と電子管研究部長の身でありながら明言している。ケリーは、自分の扱っている電子管部を踏みつぶしてしまわなければ、アメリカの将来はないと答えを出していたわけである。それでは、真空管に代わるものをだれかに作らせなければいけない。彼は物理学に対して非常に強い、英語で「ビリーブ・イン」という言葉があるが、学問に対して信頼感を持っている。次にやるべきことは「それは俺にはできない。俺はマネジャーである。しからば優れた人を捕まえてこななければいけない」と、ショックレーのスカウトへと進んでいく。

ケリーのノートには「固体物理学がそこで重要な役割を果たす。その研究が鍵である」とはっきり書かれてあり「真空管はやがてなくなって、装置は小型になるだろう」とも明示されている。ケリーはケンタッキー大学にいた時にミリカンの油滴実験を手伝っている。この経験がケリー自身に物理学に対し強い肩入れをさせた。ケリーは何度も「物理学をもっと興味を持って追究しなければだめだ」と繰り返した。ショックレーを連れてきた時も、ジョン・バーディーンが来た時もそのことを言っている。若い時に感動を持つことがいかに大きなことを考えさせられる事例だ。

トランジスタの生みの親の1人、ブラッテンも、デビッソン・ガーマーの実験、電子が波動であるという基本実験を手伝っている。若いときの震えるような経験、本当に骨身に滲みる感動を学問に対して持つということは、言葉で教えることのできない推進力を与えることになり得るのだ。

ケリーは、自身の思想をはっきり書き残している。これはバーディーンも引用していたことがある。「物質について本当によくわかるには、その中の電子の振る舞いを正確につかまなければいけない。結晶の中の電子のからくりを間違いなく我々に解らせてくれるのはクワンタムメカニクス（量子力学）である。これをお題目ではなくて貫いてきたのがケリーなのだ。

ショックレーとの議論

そして、ケリーがスカウトしたのがショックレーである。私はショックレーとは1960年から彼が亡くなるまで交流があった。ショックレーは晩年、彼の信ずるもののために名声を落としたが、頑固さの根底に彼の基本的な性格があるとも言える。

ケリーが、MITにショックレーをスカウトに行ったのは1935年。ショックレーの担当教授はジョン・クラーク・スレイターで、化学物理の大家だった。兄弟子にはフレデリック・サイツがいるが、サイツはアメリカ物理学会の会長を長く務めた物理学の大家だ。サイツはショックレーの能力に感動するが、著作の中では時々閉口させられるショックレーを問題児として扱っている。そういう関係のところ、ケリーはスレイターに相談を持ちかけ、ショックレーを口説いてベル研究所に引っ張ったわけである。

私がショックレーに会い、最初にびっくりしたのは、普通の挨拶をしないことだった。ショックレーは行くと必ず「飯と一緒に食うから、電話しろ」と言う。カリフォルニアに行くと、約束なのでまずショックレーに電話をする。すると決まって「おまえの脳は今日、正常に動いているか」と聞く。私が「ちゃんと動いている」と言うと、「じゃ、一緒に飯を食って議論しよう」というのが、ショックレーの挨拶のパターンであった。

また、彼が変わっているという面白い事例がある。例えば彼は泳ぐのが好きで、泳いで耳に水が入ると、普通はスポイトで水を吸い取ろうとする。ところが彼はスポイトに入っている液体を逆に入れる。その液体はアルコール。耳に水が入ったら、耳にアルコールを入れ、アルコールの蒸発する力と一緒に水を蒸発させようというわけだ。そういうことをずっと続けて平気で、それが当たり前。彼が「変わっている」と言われるのは、彼がでらっているのではなく、自分がいいと思うことをただ実行しているだけなのである。

彼はきつい男であり、しばしば人を試そうとする。彼はいつも自分が研究した色々な文献を私に送ってくる。会って席に着いた途端に「ところで、この間家から送ったのは読んだ？」。僕が「読んだ」と答えると、「では時間を3分あげるから、この間送った分の内容を要約して、それについての意見をテープに3分に入れる」と。そういうことがしょっちゅうあった。かのロバート・ノイスもショックレーにメンタルテストを随分やられていたようである。

そういうショックレーであるが、私は彼からスキムしようとしたこともある。1963年に来日時に、NHKテレビで彼と対談番組があった。私はディレクターに「終わりの5分を自由に使いたい」と申し出て、受理されていた。

私が何をやりたかったかという、ショックレーを公衆の面前でいきなり感わしてみたかったのであ

る。このとき彼は「トランジスタを生むまでの苦勞、人間がクリエイティブな仕事をするということがいかに難しいか。それはものを考えるということをよく考えておかないと解明できない」という話をした。そして最後の5分に入って、私は用意していた2つの質問をした。一つは「アメリカってもっとスマートな国かと思ったら、随分つまらないこともやっていると私は感じた。チップをあげるというカスタムは僕たちにとっては誠に不愉快である。何であんなつまらないカスタムをアメリカという近代国家がいつまでもやるんだろう」と。これはやや効いたらしくてショックレーが「うーん」という顔をしていた。そのとき彼が言った言葉は今でもそのまま覚えている。「それはカスタムである」「ワンス・イット・イズ・セット、イット・イズ・ベリー・マッチ・セット」という表現であった。

もう一つ「あなた方の国は『イエス』と『ノー』で合理的な国だと思っていた。ところが科学論文にメトリックシステムがあるかと思うと、僕たち半導体の資料の厚さを『ミル』で書いてある。『ミル』はインチシステムです。メトリックシステムとインチシステムがごっちゃになっているということは、私たち科学者にとってアメリカをあまり尊敬できない一つの要因である」。刺激するためにわざわざそう言った。すると、彼はすぐ返り討ちをした。「ちょっと聞くけど、俺の研究所から出た論文の一つでもそういうのがあるか」。実にはないのである。「ショックレートランジスタ」から出た有名な科学者も沢山いるが、その人たちの論文は「ミル」は全然使っていない。私がうっかりしていた。

1本取って1本取られた形になったのだが、彼は論理で切り崩そうとする限りは動じない男である。そ



NHKテレビスタジオでの対談

れから頭の回転がすごく速い。それは、議論すると速射砲のように喋ることでわかる。その時、時計を見ると、まだ1分あった。すると彼が攻めてきた。「じゃ、君に一つ聞きたいけど、日本語というシステムの上に、欧米でできて欧米で育った科学技術がうまく乗っかると思うか」と。これは僕の胸の中にずっと続いている問いかけだ。私もこれは大問題だと思っている。現在のことをいえば、インドが今立ち上がろうとしている。この間もMITの教授と議論したが、インド人がどうしてソフトウェアにこんなに強いのか。彼は「言語の問題である」という意見であった。そのように、ショックレーという男はまれに見る鬼才だったのである。

ショックレーとトランジスタ

もう一つショックレーのことを話す。ショックレーは多くの仕事をしているが、一つは何といってもジャンクショントランジスタである。

ポイント・コンタクト・トランジスタが見つかった途端、1948年6月の公開までの6カ月間外に一切言うなどベル研究所では雇を全部閉めた。公式発表までに特許書類を全部済ませたわけだ。特許の担当と一緒に、ショックレー、バーディーン、ブラッテンを含めてトランジスタの特許の整理をしようとした。当然その時に見つかったポイント・コンタクト・トランジスタはだれも見つけた人がいないので、用意すべき文書がたくさんできるわけだ。

しかし、その時、ショックレーは蚊帳の外に置かれた。彼が寄与をした重要な一つのポイントとして、フィールドエフェクトトランジスタを頭に描いていた。彼は有名な薄膜の実験をやっている。薄膜に縦方向に電場を掛けて、膜に沿っての電流が変化すると思ったら、電流が全然変化しなかった。それをいじるうちにトランジスタ現象を見つける道筋に入ってしまった。偶然が作用したわけである。ところがフィールドエフェクトトランジスタを、特許部は相手にしてくれなかった。ショックレーが問い合わせると、すでに誰かの特許に抵触するとのこと。そこで、ショックレーは蚊帳の外になってしまった。

また、私はある時、レストランで「ジャンクショントランジスタのあのセオリーをあなたはいとも易々と作ったように見える。どうしてああいう洞察力があなたには出てくるんだ」と、彼と議論をしていると、奥さんが「そうじゃないのよ」と言い出した。エミリー夫人が言うには、現象が発見された

1947年12月から翌年1月のほぼ1カ月、夜中に目を覚ますと寝室のベッドにショックレーがいなかったというのだ。別の部屋で電気がついている。彼は何か一生懸命書いていた。

それが後に「ベル・システム・テクニカル・ジャーナル」にフルペーパーで出た。ジャンクショントランジスタのセオリーである。完璧なセオリーができていた。彼の洞察力には驚かされる。バンド構造からPN接合から全部あって、「針を立てることはトランジスタにとって本質的なことではない。本当のトランジスタは結晶の中にできる。それをやるには、真ん中のレーヤと外側の二つのレーヤが、電気伝導の性質が違わなければいけない。真ん中のレーヤは約40ミクロンの厚さでなければいけない」、これが彼の処方箋だ。

この処方箋は当時のプロセス技術が足りないからすぐには実現できなかった。GEのロバート・ホールたちのグループが一番先にやったと思うが、初めて本当に結晶だけの、つまり針を立てないジャンクショントランジスタを実験で証明したのは、それから1年半ちょっとたってからである。

できてみたらショックレーが言ったとおりなのである。「たなごころを指す」という言葉があるが、本当に驚かされる。あの寄与はものすごく大きい。ショックレーはそれを評価してもらったことに満足だったようである。

ノーベル賞が3人に出たことを彼は快く思っていなかったようだ。本当のトランジスタを作り出したのは彼のセオリーだからである。ポイント・コンタクト・トランジスタは触媒の役割を果たしたのだ。

私が驚いたのは、この話をしている時、ショックレーが居住まいを直し「俺があんな仕事をやったのはなぜだか解るか」と私に聞いてきたことだ。私にはその質問の意味がよく解らなかった。ああいう仕事をやるという意味は解るけれど、なぜあんなに夢中になってやったかまでは解らない。私が首をひねっていると、一言「フラストレーション」と答えた。

彼に言わせれば、ケリーに声をかけられてから人生の意義をそこに感じて夢中になって走り出し、ずっとやってきたおかげでトランジスタが生まれしました。「スピリチュアルファザーではないけれど、俺がいたからあそこまで来たんじゃないか。最後になって別のルートで仕事が進んで、ブラッテンとバーディーンばかりに光が当たるのはどういうことなんだ」と心の中が穏やかではなかったのだろう。

そのあとでシャイプの有名な実験がある。トラン

ジスタの現象が見つかった次の年の2月初めに、ベル研究所の中で小さい研究グループの会合があって、ショックレーはその時までその実験をやって、十分増幅するということは実験的にまだ証明されていないけれど、彼のセオリーは正しいということを確認したのである。

彼は「あのセオリーは大したもんだと言うけれども、ちゃんと勉強すれば、おまえだって、あのころの優れた高校生だってできた」という言い方をした。全く新しい概念は特にないと。

しかし、PN接合であるとかインジェクションであるとかバリアーであるとか、そういう概念はそこで全部整理している。こうしてショックレーがジャンクショントランジスタのセオリーを出し、それが実証されて、いよいよトランジスタの歴史に展開していく。こうして作られたのが60年の始まりだったわけだ。

ショックレーとバーディーンは仲が良くはなかったようだ。日本では、みんな一緒にやろうという、仲よしクラブにしようとするが、ベル研究所のあのよき時代というのは、本当に真剣勝負のようで、協力するところはきちんと協力しながら、腹の中で相手全部をいいやつだと思っているわけではない、そういう状況だった。

一例をいうと、まだノーベル賞が出る前、バーディーンは「辞める」と言い出している。当時バーディーンがケリーに書いた手紙を見ると「ショックレーが私の助力を必要とするなら、私は喜んで手助けしたいが、ショックレーに話すと『おまえは要らない』と言っている。だから大学にでも帰ろうと思う」という内容だった。ショックレーにはその時点でセミコンダクター・フィジックスの全貌が、ディテールは見えないけれど、どこをどう攻めるかというストラテジーが頭の中にびしとできていたらしい。それを乱されたくないから、彼は「手助けは要らない」となるのである。

私が、ノーベル賞をもらったハーバート・クロマーと雑談していた時の事だ。クロマーがヘテロジャンクションという話をするので、「おまえはあれの草分けの男だな」と言ったとき、クロマーは「違う。世間ではそういうことを言うけど、草分けはショックレーとポガンスキーだ」と言っていた。アメリカの科学者はだれが最初というのをきちんと言う。そこにもショックレーの名前がちゃんと入るのである。

色々な話がありましたが、半導体の半分隠れたような歴史の一部をエピソードを交えてお話ししました。



1月30日 年次総会開催 神田錦町：学士会館にて

総会報告

2006年度活動報告・2007年度活動計画

2006年度活動報告

2006年度の活動について総括報告が梅田運営委員長から、各委員会が各担当委員長から、会計報告が事務局長から行われた。

【活動の総括】

ご来賓の挨拶で日本ベンチャー協会会長の飯塚様から半導体シニア協会の有能な人材を業界の振興のために役立ててほしいと、たいへん有難いお話を頂戴し且つおおきな課題を戴きました。今後の運営に当たり努力して行きたいと思えます。

皆様方多くのご協力でSSISも着実に発展し、2006年度も年間の活動方針に基づき堅実な活動を図ってきました。会員数は広報・人材情報活動を柱とし十分とはいえませんが着実に増加しております。予定した行事に関してはほぼ計画通り実施することが出来ました。昨年度の活動の中で特筆すべきは、2年目に入った九州での活動で3月にシリコンシーベルト福岡にSSISとしてはじめてパネル展示で参加し、活動状況をPRしました。また、4月にはカリフォルニア大学に本部を置くCITRIS研究所の第1回アジアシンポジウムを協賛し、研修活動のグローバルな展開を図っております。一昨年は実施を見送った文化活動の海外IT・半導体関連企業訪問も10月にシンガポール地区4社を視察させていただきました。

予算面では対前年予算比101%と堅実に編成し、実算面でも個人会員からのご寄付等で収入が予算を達成することができ、収支面でも黒字を出すことができました。

【活動の要約】

1. 主な運営活動

- (1) 年次総会：1月31日
- (2) 諮問委員会：1月31日、9月8日
- (3) 賛助会員連絡会：9月8日
- (4) 文化活動：4月26～27日＝工場見学[九州と共催]
10月16～21日＝海外工場見学
(シンガポール地区4社訪問)
- (5) 関西シンポジウム・セミナー
6月13日、11月28日

(6) 九州支部活動

- 3月：シリコンシーベルト福岡パネル参加
- 4月：工場見学会 12月：冬季研修会

(7) 会誌“Encore”の発行：5回(1、4、7、8、10月)

(8) 広報活動：PHリンクの拡大(JASVAほか)研修会等を専用イベントサイトへ掲載開始

(9) 研修活動：特別講演2回、研修講演5回

(10) 人材交流プロジェクト：6回開催

12月：アンケート実施

2. 運営委員会

2006年度は1月の総会の役員選・改任で新たに3名の方が運営委員としてご承認いただきました。運営委員会に積極的にご参加いただき活性化が図られております。通年で12回の委員会を開催いたしました。

3. 会員の状況

九州地区の活動の拡充、人材・広報活動、会員のネットワーク等を活用し増員努力を続けております。

いろいろなご事情で退会の方も御座いますが、通年では若干の増加で、現状は表1の通りです。

表1 会員の状況

	06年1月27日現在	07年1月24日現在	入会	退会
個人会員	272名	285名	28名	15名
賛助会員	47社(団体)	51社(団体)	4社	

2006年度会計報告

事務局長から表2 [2006年度会計報告の要約]と表3 [2006年度(第9期)収支報告]に基づき会計報告がなされ、併せて5月連休中に起きた新宿の協会事務所での現金盗難被害の顛末報告とお詫びが述べられた。つづいて監事より付帯意見2件を含む監査結果が報告され、2006年度会計報告が承認された。

監査時付帯意見

- 1. 研修会等での予実の乖離に関し、予算執行の現実に合わせた柔軟性を持たせるために、中間監査を実施することを強く推奨する。
- 2. 5月連休中の現金盗難に関しては出来る限りの予防策がとられていると認められる。

表2 2006年度会計報告の要約

	予算	実績	達成率
収入の部	15,700,000円	16,985,757円	108%
支出の部	15,700,000円	15,336,398円	98%
収支差額	0円	1,649,359円	
雑損		444,990円	
収支再計		1,204,369円	
差額処分		当期末未処分利益へ計上	
時期繰越金		2,373,013円	

資産の概要

	2005年(期末)	2006年(期末)
シニアファンド	12,084,657円	14,087,449円
総資産	14,883,858円	16,186,915円

. 2007年度役員選任の件

表4の各役員が承認された。

. 2007年度活動計画

1. 活動の基本

今年は半導体60年、半導体シニア協会10年目の節目の年です。創立以来皆様方のご支援で発展を続けてこられたことに厚く御礼申し上げます。現在の会員数は個人会員が285名、賛助会員51社です。一時は凋落の傾向があり危機感もつておりましたが、歯止めがかかり漸増に向かっております。しかし、協会を取り巻く環境の変化、行事内容に求められる質の変化が徐々に起きております。

これらのことを踏まえ創立10周年を迎えるに当たり新たに二つの委員会を設けます。第一はSSIS次の10年に向けての体制、組織、運営等を検討答申するコミッティ『SSIS-2007ステアリングコミッティ(仮称)』、第二は『SSIS・10周年記念行事準備委員会』で2月の運営委員会以降正式にスタートいたします。

分科会活動もマンネリ化に陥らないよう努力し半導体シニア協会のプレゼンスの向上に努めて参ります。

2. 予算について

昨年に引続き堅実な予算を組みました。特に収入面でも会員の大幅増は難しく、昨年実績に照らし現実性のある値としました。経費の節減については今年度も十分努力を続けて参ります。その結果 収入、支出ともに15,200k¥(対前年度予算97%)の予算を編成いたしました(表5)。

表3 2006年度(第9期)収支報告

2006年12月31日 単位: 円

[収入の部]	予算(A)	実算(B)	(B) / (A) 率
1 会費収入	12,400,000	11,705,000	94%
個人会費	2,600,000	2,495,000	96%
賛助会費	9,800,000	9,210,000	94%
2 研修会収入	2,800,000	3,552,000	127%
東京	1,300,000	1,255,000	97%
大阪	900,000	1,800,000	200%
九州	100,000	34,000	34%
総会収入	500,000	463,000	93%
3 寄付金他	500,000	1,666,500	333%
4 雑収入	0	62,257	-
5 収入合計	15,700,000	16,985,757	108%

[支出の部]	予算(A)	実算(B)	(B) / (A) 率
1 集会費	3,800,000	5,001,772	132%
賛助会連絡会費	600,000	754,921	126%
年次総会費	800,000	852,904	107%
研修会費(東京)	1,100,000	1,092,364	99%
(大阪)	1,000,000	2,170,148	217%
(九州)	300,000	131,435	44%
2 ニュース発行費	2,800,000	2,596,503	93%
3 文化活動費	50,000	66,606	133%
4 ライフプラン発刊準備	50,000	86,100	172%
5 ホームページ維持費	450,000	428,400	95%
6 運営委員会費	1,200,000	1,108,881	92%
委員会会議費	300,000	199,013	66%
委員会交通費	900,000	909,868	101%
7 活動振興費	500,000	288,171	58%
8 人材交流プロジェクト	500,000	168,209	34%
9 通信費	300,000	222,825	74%
10 新規活動計画	300,000	0	
11 活動費 計	9,950,000	9,967,467	100%
12 事務局員費	3,240,000	3,186,636	98%
13 交通費	280,000	242,700	87%
14 事務所維持費	1,710,000	1,485,003	87%
家賃	1,450,000	1,402,345	97%
水道光熱費	0	0	
電話・FAX・通信費	260,000	82,658	32%
その他経費	0	0	
15 消耗品費他	460,000	379,310	82%
16 雑費	60,000	75,282	125%
17 管理費 計	5,750,000	5,368,931	93%
18 支出合計	15,700,000	15,336,398	98%

[収支差額]	収	支
19	0	1,649,359
20 雑損		444,990
21 収支再計	0	1,204,369

[シニアファンド]	期首	期末
期中収入	12,084,657	12,084,744
期中支出		2,002,828
期末	12,084,657	123
[総資産]	14,883,858 (期首)	16,186,915 (期末)

うち2,000,000円は
前期繰越金より

【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	高橋 昌宏	元：ソニー(株)
梅田 治彦	元：(株)小松製作所	棚橋 祐治	石油資源開発(株) 代表執行役員
大見 忠弘	東北大学 教授	中原 紀	足利工業大学 客員研究員
大山 昌伸	元：(株)東芝	平林 庄司	三菱電機(株)顧問
岡部 太郎	半導体理工学研究センター 客員	牧野 力	新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事長
河崎 達夫	システムLSI技術学院 学院長	牧本 次生	テクノビジョンコンサルティング 代表
金原 和夫	(株)日立製作所 名誉顧問	安福 眞民	元：(株)富士通
小宮 啓義	元：(株)半導体先端テクノロジーズ		
志村 幸雄	(株)工業調査会 代表取締役会長		

【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 元：(株)小松製作所

委員(50音順)

秋山 信之	元：コマツ電子金属(株)	高橋 令幸	(株)SEN 相談役
荒木 洋一	(株)東芝半導体サービス&サポート 取締役	高畑 幸一郎	(株)バンガードシステムズ 事務所長
荒巻 和之	(有)セミコンプレーン 代表取締役	田中 俊行	マイクロンジャパン(株) インストラクター
内海 忠	(株)加藤電器製作所 顧問	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)ハコラン・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)
加藤 俊夫	サクセス インターナショナル(株) 代表取締役	麻殖生 健治	立命館大学 教授
鎌田 農平	(株)クリーン・イー 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
河崎 達夫	システムLSI技術学院 学院長	溝上 裕夫	ケイエルエー・テンコール(株) シニアアドバイザー
木内 一秀	NTTエレクトロニクス(株) 顧問	三宅 隆一郎	(株)サンエス 顧問
坂本 典之	(株)ワイデーケー 代表取締役会長	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

3. 主な活動計画

- (1) 年次総会：1回（1月30日）
- (2) 諮問委員会：2回（1月30日、9月）
- (3) 賛助会員説明会：1回（9月）
- (4) 特別講演会：2回（1月30日、9月）
- (5) 運営委員会：11回（毎月第二木曜日 8月は休会）
- (6) 10周年記念行事準備委員会 および2007ステアリングコミッティ：各5回

【委員会活動】

1. 研修委員会

昨年度は5回の研修会を実施。タイムリーなテーマの選定と内容の濃い講演と相まって参加者も大幅に伸張。総会と賛助会員説明会ではそれぞれ(株)ルネサステクノロジ・伊藤社長と半導体産業研究所・前口所長に「我が国半導体産業の国際競争力」を主題に特別講演をお願いし、大変好評をいただいた。

今年はトランジスタ発明60周年に当たるので総会に菊池誠先生をお招きして特別講演を企画。3月は2007年に始まる団塊世代問題で生涯現役社会論、4月は半導体立国論を予定しており、昨年末に実施したアンケート結果も参考に、半導体エレクトロニクス業界における格調高い研修セミナーとしての地位確立を目指していく。

2. 編集委員会

06年度は機関誌「Encore」を5回(No.44～No.48)発行。満9年を経て累計で1,000頁を超えた。主な事項としては「半導体事始」を新たなコラムとしてスタートした。また、10年目を迎えるに当たりアンケートを実施。その結果を編集に反映させていく。また、懸案だったEncore誌の電子化が初号から全巻完了し、ホームページ上での閲覧が可能となった。

07年度は「半導体事始」シリーズの充実に加え、新たに「賛助会員紹介」シリーズをスタートし賛助会員各位と協会との連携・意思疎通の向上を図る場としてゆく。

3. 文化活動委員会

06年度は春季工場見学会を4月にSSIS九州と共済で実施。訪問先：日産自動車(株)九州工場(4/26、参加31名)、広島エルピーダメモリ(株)(4/27、参加38名)。一昨年は事情により中止した秋季海外工場視察は10月にシンガポール地区半導体関連企業4社(チャータード・セミコンダクター、SMCマニュファクチャリング シンガポール ほか)と世界遺産アンコール

ワット訪問を実施。

07年度は春の工場見学会を4月にSSIS九州と共済で計画。訪問先：SUMUCO TECHXIV(株)とソニーセミコンダクター九州(株)を予定。また、秋の海外半導体工場視察も昨年同様に計画中。

4. 広報委員会

広報ではSSISプレゼンスの高揚、SSIS諸活動のIT

表5 2007年度(第10期)予算

		単位：円		
[収入の部]		2007年予算(a)	2006年実算(b)	(a)/(b)率
1	会費収入	11,800,000	11,705,000	101%
	個人会費	2,700,000	2,495,000	108%
	賛助会費	9,100,000	9,210,000	99%
2	研修会収入	2,900,000	3,552,000	82%
	総会	500,000	463,000	108%
	賛助会員連絡会	250,000	265,000	94%
	東京	1,050,000	990,000	106%
	大阪	1,000,000	1,800,000	56%
	九州	100,000	34,000	294%
3	寄付金他	500,000	1,666,500	30%
4	雑収入	0	62,257	-
5	収入合計	15,200,000	16,985,757	89%

[支出の部]

1	集会費	4,000,000	5,001,772	80%
	総会	850,000	852,904	100%
	賛助会連絡会費	700,000	754,921	93%
	研修会費(東京)	1,050,000	1,092,364	96%
	(大阪)	1,200,000	2,170,148	55%
	(九州)	200,000	131,435	152%
2	ニュース発行費	2,800,000	2,596,503	108%
3	文化活動費	50,000	66,606	75%
4	ライフプラン発刊準備	0	86,100	0%
5	ホームページ維持費	500,000	428,400	117%
6	運営委員会費	1,100,000	1,108,881	99%
	委員会会議費	200,000	199,013	100%
	委員会交通費	900,000	909,868	99%
7	活動振興費	400,000	288,171	139%
8	人材交流プロジェクト	400,000	168,209	238%
9	通信費	300,000	222,825	135%
10	新規活動計画			-
11	活動費計	9,550,000	9,967,467	96%
12	事務局員費	3,240,000	3,186,636	102%
13	交通費	250,000	242,700	103%
14	事務所維持費	1,710,000	1,485,003	115%
	家賃(含水道光熱費)	1,450,000	1,402,345	103%
	電話・FAX・通信費	210,000	82,658	254%
	その他経費	50,000	0	-
15	消耗品費他	400,000	379,310	105%
16	雑費	50,000	75,282	66%
17	管理費計	5,650,000	5,368,931	105%
18	支出合計	15,200,000	15,336,398	99%

[収支差額]

19	収 支	0	1,649,359
20	雑損		444,990
21	収支再計	0	1,204,369

支援、会員への情報伝達支援をミッションの柱に据えスピーディー・タイムリーなサービスを心がけている。

06年度の主な活動成果としては関連団体HPリンク集へのSSIS・HPリンクの追加(JEITA、DAFS、工業調査会、鹿児島県ほか)、イベント関連サイトへのSSIS催事の掲載開始(ELIS Net)、セミコンダクターFPDワールド誌リレーエッセイ掲載(2006-4月号で終了:連続24回・会員24名による執筆)。

07年度の重点支援活動として人材情報、研修会情報、ライフプラン出版情報の提供。機関誌Encoreの全巻公開掲載。HP英文版の検討等。

5. 人材情報活動

昨年来の広報活動の成果が徐々に浸透し、産業界の人材不足と相まって求人情報は増加(登録11件内9件webに掲載)。一方個人会員の求職登録が少ないのが課題(登録5件内4件web掲載)。11月に全会員(個人)にアンケートを実施。求人・求職に対する意識を分析し、今後の活動に反映させていく。

07年度は人材登録基盤の拡充を最重点課題とし、団塊世代の個人会員への加入勧誘のために賛助会企業訪問、ホームページ・機関誌を活用した入会、人材登録の呼びかけ、海外ネットワークとの連携を強化してゆく。

6. 関西地区委員会

01年不況時にSEMIの協賛を得てSFJの一行事とし



ご寄付芳名(No.49所載報告以降2007年2月28日まで)

ご協力有難うございます。前回ご報告以降ご寄付をお寄せいただきましたのは以下の方々です。厚く御礼申し上げます(お名前は50音順、敬称略)。

荒巻 和之、井口 正澄、石野 喜英、石破 利久、内田 雅人、梅花 清志、漆原 健彦、大塚 英雄、岡田 隆、岡見 宏道、越智 六郎、片野 弘之、加藤 重道、金子 和夫、河崎 達夫、川西 剛、川端 章夫、川本 勝、木内 一秀、金原 和夫、栗林 茂樹、小久保 彰子、近藤 明彦、坂本 雄三郎、崎谷 文雄、佐藤 晋三、高岡 元章、高橋 令幸、高橋 昌宏、田中 俊行、田中 喜男、

て特別シンポジウムをスタート。翌02年に秋季特別セミナーを加え年2回の定例行事として定着。昨年6月の特別シンポジウムは参加136名、11月の秋季特別セミナーは参加109名といずれも大盛況で、6年の実績を積み上げてきた。本年も既に6月19日(火)の第7回SSIS特別シンポジウム(SEMIと共催)が決定している。内容は座談会、基調講演、パネル討論の三部構成で基調講演は昨年に引続きドイツ証券・武者陵司氏にお願いした。秋季特別セミナーも昨年同様11月下旬に予定している。

7. 九州地区活動

昨年度は初めての試みとして地方自治体の主催する行事・シリコンシーベルト福岡にパネル展示でSSIS九州の活動状況を展示し、SSISプレゼンス向上に貢献した。春季工場見学会を文化活動委員会と共催で行い40名近い参加を得て成功裏に終了。12月に冬季研修会で講演「化合物半導体による太陽光発電」を実施。

本年度は4月の春季工場見学会が文化活動委員会と共催で決定(訪問先:文化活動委員会に記載)。10月に秋季工場見学会・講演会を予定。12月には冬季研修会を実施する予定。

. 2007年度予算

表5に示す予算が提案され承認された。

棚橋 祐治、田辺 功、中原 紀、中村 信雄、野澤 滋為、平林 庄司、福崎 稔浩、福田 弘、藤井 昭弘、藤江 明雄、星野 清、堀田 慎吉、堀内 重治、堀江 洋之、松永 正久、三宅 隆一郎、向井 久和、吉田 庄一郎、和田 俊男

催物のお知らせ

5月度研修会

1. 日時: 5月10日(木) 17:00~18:30
2. 会場: 全林野会館(東京・茗荷谷)
3. 講演: 「ISSCC-2007からの報告」

第7回SSIS特別シンポジウム

1. 日時: 6月19日(火) 9:45~17:45
2. 会場: グランキューブ大阪(大阪国際会議場)
3. プログラム: 座談会/基調講演/パネル討論

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

電子交換機用半導体の開発



向井久和 会員（元NTT LSI研究所 所長）

1. 時代の背景と電子交換機実用化

1960年代は半導体にとって新しい時代の幕開けであったが、それは同時にコンピュータおよび通信システムにとっても変革の始まりであった。1964年にIBMが集積回路を用いた第三世代コンピュータを発表し、通信ではベル研究所がトランジスタを用いた電子式交換機No.1 ESSを開発していた。電電公社電気通信研究所（以下通研の略称を使用する）においても、トランジスタを用いた電子交換機DEX-1の試作研究を行っていたが、新しい時代到来の予測から、集積回路を用いた全電子自動交換機の実用化を推進することが1966年に正式に決まった。実用試作機DEX-2(後のD10自動交換機)である。DEX-2は電磁交換から電子交換に切り替わる交換方式としての変革への挑戦であったが、ハードウェアの要となる集積回路に関しても、国内メーカーも製造を開始したばかりの揺籃期で大型装置での使用実績データはなく、実用化に向けて本格的に注力する必要があった。

DEX-2の構想の構築と平行して、1965年から集積回路の開発の共同研究を日本電気(株)との間でスタートしていた。筆者は回路設計を担当し電子交換機の必要とする高性能と低消費電力、即ち低エネルギー化を狙いとした。なお、電子交換機用部品では信頼性が必須条件であり、初めに別グループが行った高信頼度化の経緯に触れる。

2. 集積回路技術の信頼性確立

信頼性が重視される電子交換機用部品では、20年の寿命の保証が要求された。本質的には高信頼度といわれるSi半導体ではあるが生まれてまだ日が浅く、製造過程等での劣化要因は徹底的に排除する必要があり、通研では、メーカー製品と試作サンプルを使って大量寿命試験や加速寿命試験などを実行した。パープルプレーグによる配線の劣化、ホイスカー発生による配線短絡等の現象の発見や、リード線のボンディング故障・表面劣化等の要因分析結果に基づく改善措置を行うと共に、劣化要因を摘出する試験条

件を検討して認定試験方法の確立に結び付けている。集積回路ケースの信頼性検討も徹底的に行い、当初はDIPケースを金属の密封形式とした。こうした諸施策により200FITの信頼度を確認し、DEX装置への導入を決定している。なお、装置の現場導入後の稼働実績では20FIT以上の高信頼度のデータが得られた。

3. 低エネルギー化の追求 制御飽和型論理回路の創出

1965年当時は、先行する米国の論理集積回路も多種多様で評価も定まらない状況であったので、更なる進化も求めて電子交換機用の標準論理集積回路を開発するスタートを切った。試作製造を日本電気(株)にお願いし、通研は回路形式と設計の検討を行った。

電子交換機の使用環境条件を考慮して雑音余裕度の大きい飽和型論理回路(TTLあるいはDTL)形式を採ることとし、低エネルギー化を目標とした。当時は計算機シミュレーション技術が存在しなかったので、回路アイデアの検証や設計は、半田ごてを使って単体部品で回路を組む所謂ブレッドボード実験の手法で行った。

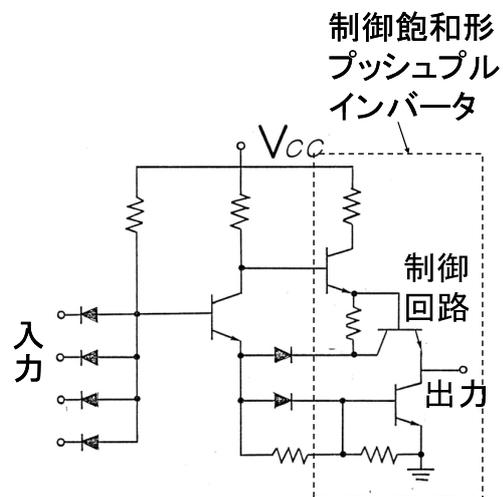


図1 制御飽和形DTLの回路例

アイデア検証の試作を繰り返す中で、出力インバータ・トランジスタをオン時に浅い飽和に制御する着想を得、飽和を制御するフィードバック回路と負荷回路を急速に充放電するプッシュ・プル型出力回路構成とを組み合わせた制御飽和型論理回路 (CSL: Controlled Saturation Logic) のDTL(図1)を1966秋に創出した。

制御飽和型を飽和型と比較すると、図2に実験例を示すように遅延時間が短く、またそのばらつきも小さく、かつ、スイッチング時の過渡的スパイク電流が大幅に低減する。この過渡電流低減は、消費電流低減と共に電源ノイズの発生を減らす効果がある¹⁾。

CSLは電子交換機用標準論理回路に決定され、1968年から電子交換機製造の4社との共同研究で12品種のファミリと標準仕様規格が定められた。

なお、時を同じくしてトランジスタが飽和に入る

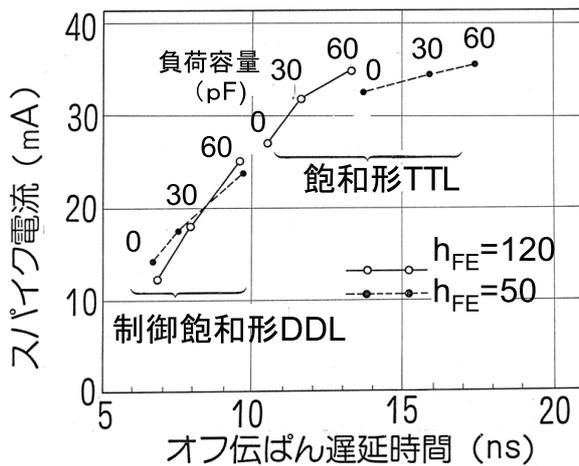


図2 飽和形と制御飽和形の特長比較例

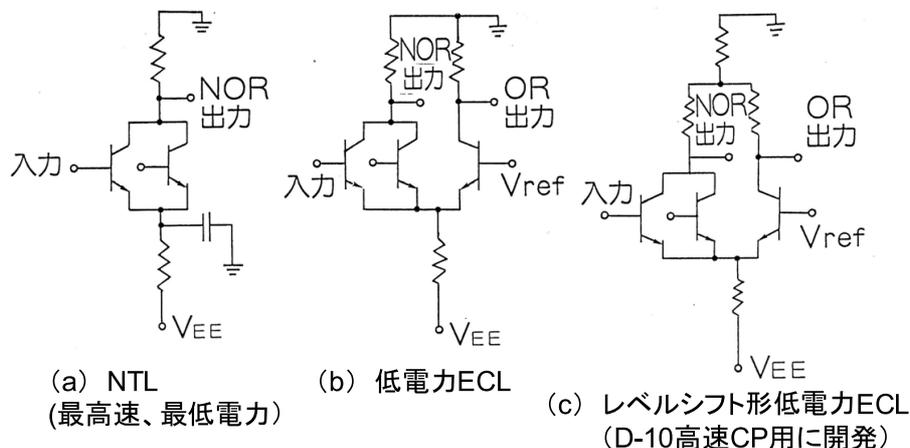


図3 LSI用高速・低電力論理回路の各種

のを防ぐ技術としてトランジスタのコレクタをショットキーバリア・ダイオードでクランプする技術が電総研(現産総研)の半導体研究室で研究されており、1968年のISSCCで筆者のCSLと電総研の垂井康夫室長のショットキークランプのトランジスタが偶然並んで発表されることとなった。

4. 低エネルギー化の追求による高速バイポーラLSIの実現

1968年に次のステップとして高性能LSIの研究を開始した。課題は高速論理回路ECLの消費電力低減であった。LSI内では雑音余裕度は小さくてよいことを活用し、電源電圧を徹底的に減らす検討の中で、NTL(Non-Threshold-Logicと名づけた)のアイデアに到達した(図3の(a))。同年中に30ゲート足らずのTEGチップ(図4)による動作確認をしたあと、1969年100ゲート規模のマスタースライスLSIを日電、日立で試作し、市販ECL集積回路に比較して1桁以上の低エネルギー化を実証した。翌年から富士通を含む3社でミニコンレベルのLSI装置試作による動作確認も行った。なお、1970年6月10日電電公社から発表があった翌日に一般紙各社の朝刊一面を賑わしたものである。NTLは外国の記者から非論理的論理回路と皮肉られたが、正確には分布閾値型回路と呼ぶべきであろう。

NTLでは、各ゲートが1より少し大きい電圧利得を有することで、入力雑音電圧を減衰させ、段数を重ねることで2値の信号レベルに収斂させる²⁾。回路動作電源電圧1.1V、信号振幅400mV、最も素子数の少ない回路形式であり、その後のLSI用に低エネルギー化された小信号振幅のECL(図3の(b))に比較し

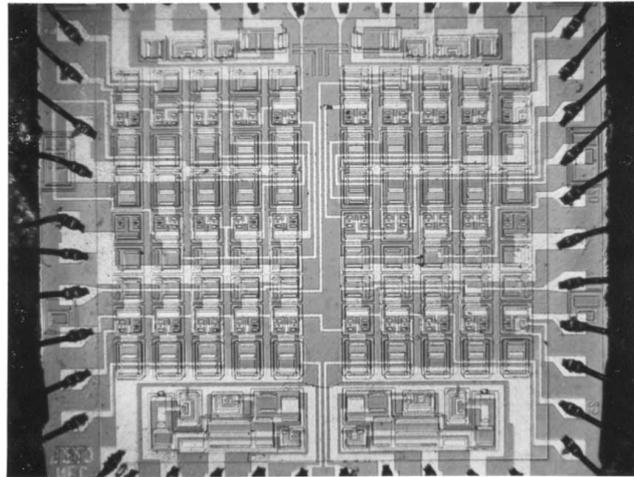


図4 NTTの動作確認用チップのパターン写真

ても消費電力約1/2(内蔵電源電圧安定化回路込みで)、遅延時間1/2(負荷容量がある場合でも)の能力を持つ。また、試作LSIには、電源電圧安定化回路(外部電源電圧変動、素子特性のウエハ間製造ばらつき、および温度変動への対応)内蔵や、ゲートアレイLSI構成などの新技術を含ませた。

なお、前述のLSI試作は、試作していただいたメーカーでもバイポーラLSIは初めての経験であり、2層配線技術を立ち上げながらの試作であった。

5. 電子交換機中央高速処理系装置用LSIの開発 ECL LSIの低エネルギー化

DEX-3(D10中央高速処理系装置)用論理LSIの開発を1973に開始した。電子交換機共同研究各社の技術整備状況を踏まえ、装置要求性能2 ns/ゲートを満たすため、当時国際標準であったECL10KシリーズとコンパクトなLSIで、且つ、実装条件を考慮した低電力化を実現することを目標とした。通研が回路およびLSI構成を設計し、各社に試作をお願いして、新しいECL LSI回路構成を得た(図3の(c))。LSI内部は、通常のECLの半分である400 mVの信号振幅で且つ信号電位をグランド電位から約200 mVずらす回路構成で、電流スイッチのリファレンス電位を信号振幅800 mVの電流スイッチの場合と合わせるようにしたことが特徴で、LSI内部で3 mW/ゲートを得、また、外部のECL回路との接続の容易さを実現した³⁾。

前述のCSLの場合、電子交換機にしか使われず、その後国際的にデファクトスタンダードとなったテキサスインスツルメント社のTTL74シリーズに置き換わった経験から、単に回路の技術的評価だけでは

なく、これを使う装置設計者に如何に広く浸透させるかが重要との判断で、このLSIではNTLではなく、ECL形式を選択したものである。

6. 電子交換機メモリの半導体化 DRAM技術の実用化

1 kビットDRAMが1970年インテルからpチャネルMOSで発表され、1964年当時フェアチャイルドにいたGordon E. Moore(後にRobert N. Noyceと共にインテルを起こす)が提唱したムーアの法則に乗ったロードマップが示された。以来DRAMの開発競争が盛んになっている。次の4 kビットDRAMではテキサスインスツルメント社がnチャネル化を図りトラブルが多く苦労しているという情報が伝わっていた。

1973~1975年通研では電子交換機の主記憶装置を磁気ドラムから半導体メモリに切り替えるべく、メーカー4社と共通仕様の4 kビットDRAMの共同研究を開始した。高品質nチャネルDRAMで米国勢を出し抜こうとの思いもあり、通研は各社試作品の信頼度を評価し、品質向上を図った。各社の努力により目標を達成している。これは1975年から始めたNTTの超LSI共同研究(当初目標64KDRAM)の下地を作ったことにもなる。

参考資料

- 1) H. Mukai, "Controlled Saturation as an Approach to High-Speed Logic" ISSCC1968. P.162
- 2) 向井 "分布しきい値形論理回路", 信学論, Vol.54-C No.6, p.466 (1971).
- 3) 向井, 他 "マスタスライス形ECL LSIの研究" 通研実報, 26, No.4, p.1175 (1977).

SSIS九州 研修会開催 報告

荒巻 和之 会員
(SSIS九州担当委員)



研修会開催趣旨

2006年度から新たな活動として、会員相互の研鑽を目的に研修会を開催することにした。

第1回目は14名の参加があり12月10日～11日に阿蘇の研修施設「アソシエート」で開催した。

研修テーマ

- ・化合物半導体による太陽光発電：
相徳講師(産総研・太陽光発電センター・客員研究員)
- ・半導体シニアのインターネットによる遠隔教育：
荒巻会員(九州担当運営委員)

化合物半導体による太陽光発電

1. 太陽光発電の動向

太陽電池は地球温暖化防止の視点から、クリーンなエネルギーとして日本のみならず、ドイツや北米をはじめ海外でも市場が拡大しています。主要原材料の1つである多結晶Siの需要逼迫が懸念される中、さらなる薄型化、高効率化、低コスト化などの課題に向け、各種の特徴を備えた太陽電池の開発・実用化が活発になっています。次世代太陽電池として、非シリコン系薄膜材料が注目されている、化合物太陽電池の最新動向の講演を頂いた。化合物は九州地域で熊本に自動車メ - カの量産工場建設、宮崎に海外石油メ - カの量産工場が稼動に入っています。

2. CIGS系太陽電池の構造

非シリコン系化合物で銅 - インジウム - ガリウム - セレン化合物薄膜を使用

特徴

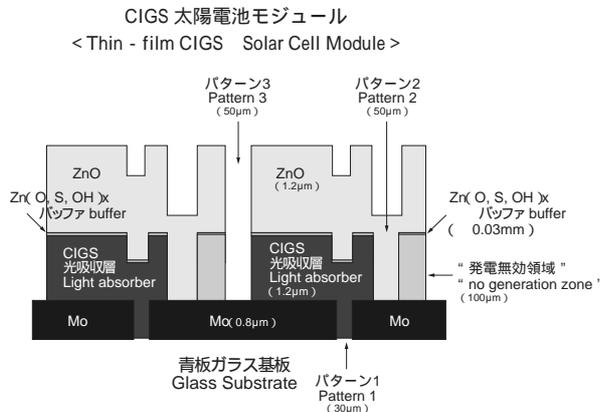
- ・高い変換効率を有している

CIGSはGa添加によって禁制帯幅を1.04 eVから1.68 eVまで変化できるため、禁制帯幅の制御やエネルギーバンドプロファイリングの最適化が可能になる。太陽電池の理想的な禁制帯幅1.4 eVをもつワイドギャップCIGS太陽電池の効率化が進めば25%～30%の変換効率が可能と考えられる。

- ・光劣化がなく高い信頼性

市場では長期信頼性が必須条件であるが、SSI社はNRELのフィールド信頼性サイトで通算10年間の屋外暴露試験を実施し、CIGSモジュールの長期信頼性を実証している。

CIGS系太陽電池の構造



CIGS太陽電池モジュール

CIGS系太陽電池参入企業と製造方法

変換効率13%以上を達成している大面積高効率化グループ

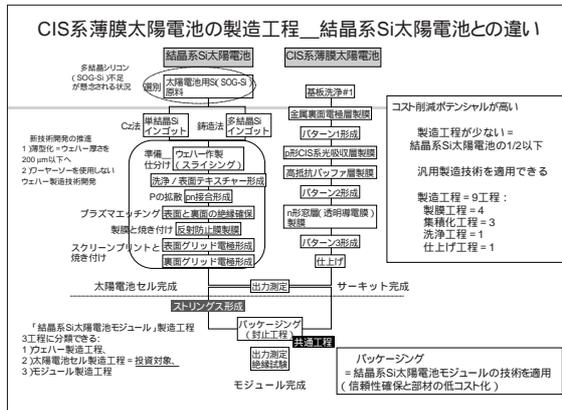
＜量産性の高い製膜技術の適用＞				
デバイス構造	NREL (米国) ＜R&D=小面積セル＞	ZSW GmbH/Wuerth Solar GmbH (ドイツ)	Shell Solar Industries (米国)	昭和シェル石油
基板	青板ガラス			
裏面電極	スパッタ法 Mo			
パターン1	＜なし＞			レーザー
p型光吸収層	Cu, In, Ga, Se 同時蒸着法 (三段階法)	製膜法が違う 組成が違う (一段法)	スパッタ法 Cu-Ga合金/n 積層ブリアーサー膜 +セレン化硫化法 (CIGSS)	(CIGSS/CIGS)
高抵抗パワァ層	溶液成長法 CdS	Cdフリー化の流れ顕著	材料が違う	溶液成長法 Zn(O, S, OH) _x
パターン2	＜なし＞			メカニカルスライビング法
n型窓層(TCO)	スパッタ法 ZnO:Al	製膜法が違う ドーパントが違う	MOCVD法 ZnO:B	
パターン3	＜なし＞			メカニカルスライビング法
反射防止膜 上部電極(グリップ)				

CIGS太陽電池参入企業と製造方法

Si系との製造工程の違い

コスト削減ポテンシャルが高い

- ・製造工程が少ない = 結晶系Si太陽電池の1/2以下
- ・汎用製造技術を適用できる
- ・製造工程 = 9工程 (製膜 = 4、集積化 = 3、洗浄 = 1、仕上げ = 1)



CIS系薄膜と結晶系Siの製造工程

ほかには...

- ・優れた耐放射線特性
- ・NA効果による変換効率と歩留り向上
- ・安全性
- ・低コスト化を実現できる「つよい」太陽電池

CIGS太陽電池は、ワット単価100円という製造コストを実現可能な薄膜太陽電池のエース的存在である。平成18年度から始まる次期NEDO太陽電池開発プログラム(2006~2009)でも最重要課題と位置づけられている。

九州の「化合物半導体太陽電池工場」に関するアナウンス
Honda、太陽電池新工場建設について地元と調印
2006年8月1日(広報資料発表より抜粋)

新工場で量産する次世代型太陽電池は、銅-インジウム-ガリウム-セレン(CIGS)化合物を素材に用いた薄膜を形成することにより、従来の結晶シリコン系太陽電池と比較して製造過程での消費エネルギーを約半分に抑えてCO₂排出量を低減した、製造時から環境に優しい太陽電池である。また、薄膜系太陽電池としては最高レベル、一般的な結晶シリコン系との比較でもほぼ同等レベルの光電変換効率を実現している。新工場では、このCIGS化合物型太陽電池を年間27.5 MW規模(一般家庭約8千世帯分に相当)で量産する計画である。

- ・工場がフル稼働する08年度以降、年間60億~80億円程度の売り上げを想定している。

FujiSankei Business i. 2006/12/29

場所：本田技研工業(株) 熊本製作所敷地内
建屋面積：約12,000平方メートル
稼働予定：2007年後半

昭和シェル石油は、2007年1月から宮崎県田野町で太陽電池の工場を稼働する。生産するのはCIS(シーアイエス)太陽電池。主な成分である3元素の銅・インジウム・セレンの英語表記の頭文字から取った。



太陽光の吸収率や屋根との一体感に秀でた昭和シェル石油の太陽電池

厚さは主流を占める結晶シリコン系太陽電池の約100分の1で、原料を大幅に節約できる。モジュールの色は黒系で、太陽光の吸収率や屋根との一体感に秀で、コスト競争力も強い。当初の年産規模は20メガワット。最大手、シャープの能力の約30分の1に過ぎないが、ドイツをはじめ海外への輸出も検討して

おり、生産が軌道に乗れば「大きな工場の建設を視野に入れた準備を進める」(村山康夫社長)考えた。

FujiSankei Business i. 2006/12/29

半導体シニアのインターネットによる遠隔教育
半導体シニアの技術・経験・ノウハウなどをどう活かすか。

事例として半導体講座の遠隔教育を紹介する。本システムは2006年春から弊社が運営している。

半導体製造の国家技能検定の合格を目指す講座である。コースは新卒入門、スキルアップ、国家試験と3コースがある。

URL: <http://www.semiconbrain.com/elearning/>

1. Eラーニング+専門講師のサポート

Eラーニング学習を半導体シニアの専門講師がサポートする。講師への質問はE-mailと無料IP電話で行い、グループ学習が可能となっている。



シニア技術者 サポートの課題

2. 教材を多面的に使用

カラフルなイラストの「半導体の製造工程」テキストを使用し、WEBへも同じものがアップしてあり、講師への質問が容易となっている。

3. 講師と受講者の居住地域差の解決

シニアの技術者は大都市圏に在住しているケースが多い。半導体メーカーの本社・開発拠点に関係している。一方、半導体工場は都市から離れた場所に立地している。この物理的な距離をインターネットは解決してくれる。

終わりに

SSIS九州は本年度2回の小規模研修会を行い、その活動内容を会報に投稿する予定でした。7月は開催せずに会員の紹介記事を投稿しました。

第1回目の研修会を12月に開催できました。現役・若手会員が多いのが九州の特徴です。シニア会員や専門家などから勉強できる機会を多く作る事も会員サービスとして重要と思われます。当日は相徳講師を囲んで会員間の懇親を深め、有意義な阿蘇温泉の研修会でした。



懇親会(講師を囲んで)

生涯現役社会の条件

清家 篤 (慶應義塾大学 商学部 教授)



講演を聴講して 半導体産業新聞 松下晋司

僕は物を容器に収めようとした時、それが上手く入らないと、収納物をいじる。縦にしてみたり横にしてみたり、あるいは折ったり曲げたり積み上げてみたり。容器の材質が段ボールのように変形できるものであるならば、容器の形状を変えることも解決法なのだが、どうもそこまで頭が回らないらしい。

いや、薄々気付いてはいるのだが、作業が難儀になるので、解決法から除外する。そしてまた、無駄に収納物をいじり始める。人間というものは、書き手も含めて、楽をすることしか考えないようである。

SSISが主催する3月度の研修会は、慶應義塾大学 / 商学部教授の清家篤氏が登場。「生涯現役社会の条件」と題して講演を行った。

配布資料の講演要旨を引用すると、日本は世界に類を見ない高齢化を経験しつつある。長寿化と少子化による構造的な変化を前提に、経済や社会の仕組みを変えていかなければならない。

仕組みを変える方策の一つとして、働く意思と仕事能力のある高齢者が、その能力を十分に発揮できるような生涯現役社会の実現がある。定年退職制度に代表される年齢や勤続などを基準としない、新たな雇用制度の擁立である。

人間様を収納物に例えることははなはだ失礼なことだが、我々が社会生活を営んでいく以上、現代社会・経済環境の仕組みという名の容器から逃れることはできない。収納物が変化を重ね、もはや容器に収まらなくなってきたならば、重い腰を上げて容器の形状を変える必要性が生まれてくる。

いたずらに収納物をいじる小手先の变革はもう通用しない。混乱を招くだけである。清家氏は言う、今がそのチャンスだと。2007年問題こそが、雇用制度の転換に着手する最大の契機だと。

高齢・少子化は経済発展の結果

1. 高齢者の定義とは

そもそも高齢者とは誰のことを言うのか。

労働意欲を喪失した人を高齢者と定義するのであれば、それはおかしい。労働意欲の喪失が高齢者な

らば、定年退職制度は存在しないであろうし、このような仕組みの転換が求められることもない。

65歳以上の人を高齢者と定義するのである。1956年に国際連合が定義したらしい。当時、日本の全人口の内、65歳以上の方は470万人ほどであったという。なるほど、56年頃ならば、この判断は納得できる。ところが今や日本は世界でも屈指の長寿国で、男性の平均寿命は78歳、女性は85歳である。65歳以上の方は、実に3000万人に達する。さらに言えば、平均寿命を基準にした(65歳の)平均余命は、男性が18年で女性が23年である。ちょうど、一人の人間が誕生からほぼ成人するまでの期間、高齢者として社会生活を営むことになる。

なんともはや、釈然としない、妙な話である。しかし、これが現実、世界の国連がそう定義したのだから。65歳を高齢者と呼ぶには無理があるが、国連の定義に従うならば、日本は世界でも類を見ない高齢国である。

2. 経済発展が少子化社会を生んだ

高齢・少子化社会の到来は、真の経済発展に伴う当然の結果であると清家氏は指摘する。

かつての日本は貧しかった。サラリーマンよりも農業や自営業が主体で、子供は物心が付いた時にはすでに労働力であった。しかし、栄養は行き届かず、医療体制も未成熟で、大人になるまで育たない子供も少なくなかった。労働力として役立つまで育つ子供を持つために子供はたくさん産まなければならなかった。

ところが、日本がサラリーマン社会となってくると、もう子供は必ず作らなければならないものではなくなくなってくる。経済の発展に伴い、栄養や医療体制も満たされ始め、幼い頃に死んでしまう子供も激減したため、もうそんなにたくさん子供は産まなくてもよくなってきた。加えて、子供の価格が高騰してきたのである。子供の価格というのは二つの意味があり、一つは養育費と教育費のアップである。これは生活に密着しており、実感される方も多いであろう。もう一つは子供を育てることによる、女性の生涯所得の喪失である。

日本をはじめ、韓国や台湾でもそうなのだが、伝統的な家族社会が根付いている国では、経済の発展と、男女の役割分業という組み合わせが女性の喪失所得をより大きなものにする。男性は仕事で、女性は育児。大卒女性の生涯所得は約2億円を超える。最初の10年くらい働いて家庭に入ると、そこまです稼げるのはせいぜい5000万円くらいだから女性は1億5000万円もの生涯所得を喪失してしまう。パートで働き続けても、時給は6割程度で、ボーナスや退職金も無いから、やはり生涯所得は激減する。養育費や教育費という直接費用と重ね合わせると、子供の価格は高騰している。

3. 日本の逆ピラミッド構図は今世紀半ばにも

それでもまだ、日本はさらなる経済発展を求める。もはや長寿・少子化に歯止めを掛けることはできない。人口の水準は現在の1億2700万人が今世紀半ばに1億人を割ったあとは急減し今世紀末には現在の半分くらいになる。

しかし今世紀半ばまでは緩慢な減少であり、より深刻なのは、人口構造の変化だ。ピラミッド型の人口構造は刻々とその形を変えており、今はいびつな提灯形になっている。この提灯型はやがて逆ピラミッド型に近くなっていく。こうした人口構造を元にピラミッド型に戻すことはできず、これは非可逆的な構造変化と覚悟しなければならない。

2007年問題を最大の契機に

1. 就労意欲もスキルも高い団塊の世代

逆ピラミッド型の人口構造となるのが日本にとって、避けられないものならば、それに合わせて雇用制度を変えればよい、というのが清家氏の提案である。まず対象となるのが団塊の世代の方々。2007年問題を問題として扱うのではなく、最大の契機として実践に移すべきと示唆する。年金制度、雇用、そしてビジネス社会を総合的に見た時、「働く意思のある高齢者」の現役期間を延ばすのが最善の策である。

あえて「働く意思のある高齢者」と記したが、これは大変、重要なことである。就労意欲のない高齢者が大多数を占めていれば、清家氏の提案も空論に終わる。幸いなことに、団塊の世代の方々には就労意欲満々で、統計的にも世界で飛び抜けてその比率が高く、実に70%にも達する。それだけではない。個々の持つスキルも高いことが、清家案実現の可能性を裏打ちする支柱となっている。

団塊の世代の方々のスキルが高いのには理由がある。就職時が60年代から70年初めにかけてで、日本

の高度成長期に実社会に飛び込んだ。

あの時代、各企業は積極的に技術導入を図り、導入技術の実用化のために、企業内での教育も盛んに行われた。そして教育は、個々の能力開発を加速度的に推し進めた。そして日本がオイルショックからいち早く抜け出し、世界のトップに立った70年代後半から80年代に彼らは企業の中堅として活躍した。その当時の日本経済の輝きは、団塊の世代の方々の働きの結果でもある。それほど彼らは光り輝いていた。定年を控えた今でも彼らは人材の宝庫であり、高い就労意欲を維持しているのである。

2. 中小/地方企業は高齢者の活用に動く

大企業はその図体の大きさから動きはのろいが、小回りの効く中小企業や地方の有力企業は、すでに高齢者の雇用に向けて積極的に動き始めている。

例えば、工場の床を改造してバリアフリーにする。若い人を一から訓練するコストよりも、環境改善にコストをかけて高齢熟練者の能力を活用できる方が安い、と判断した経営者。これは高齢者の高いスキルに注目し、即戦力を重視した考え方である。設備投資の減価償却を早めたい別の経営者は、若年者に休日出勤させるのではなく、土曜と日曜限定で高齢者を採用した。これで設備はフル稼働となり投資回収も進む。

能力武装とその適正価格

日本はやがて逆ピラミッド型の人口構造の社会になる。一方、企業競争はさらに厳しくなり、企業の長期雇用はさらに難しくなる。ということは、他所の会社でも役に立つ能力を持つことが重要になるということだ。

その時になって右往左往しても遅い。団塊の世代が育まれた社会(会社)背景と、あなたが育まれた社会(会社)背景とでは、その景色はまったく別のものではあつたはず。あなたが高齢者雇用に臨んだ時、おそらく企業が評価する目は、出身会社などの履歴ではなく、実績重視の能力を査定することになる。それは職業人生の長期化により、個々の持つ能力の市場性と価値が重要視されることを意味する。

「ぜひ、能力武装を」と清家氏は言う。いつでも転職に踏み切れるだけの、市場性ある能力を身に付けること。能力開発のための経費は、身銭を切るぐらいの心構えで挑まなくてはならない。その能力こそが、高齢化社会を生き抜く武器になるのだから。今後の日本のビジネス社会において、例え高齢者であっても、個々の能力に対して企業側が適正価格でペイするかどうか、それが最大の課題として残る。

★賛助会員紹介★ シリーズ

カーブアウトによる新技術の事業化
(株)テクノロジー・アライアンス・
インベストメント



代表取締役社長 吉澤 正充

当社テクノロジー・アライアンス・インベストメント(TAI)は、2004年10月に、電子・ハイテク産業の競争力強化に資する日本初のカーブアウト専用ファンド(イノベーション・カーブアウトファンド)運営会社として、三菱商事と日本政策投資銀行により創設されている。TAIは、カーブアウトという手法による事業化にフォーカスし、必要なリスクマネーを供給し、且つ、事業化で求められる様々な機能を提供している。

カーブアウトとは、自社のリソースの補完や、多様なコラボレーションが可能となるオープンイノベーションを促進し、有望な技術の事業化を加速する事業化手法である。

現在、TAIには、電子・ハイテク関連企業から数々の事業化案件が持ち込まれているが、事業化におけるボトルネックとして、一社の技術だけでは製品化までたどり着けない、一社で事業化を行っても十分な売上・利益が見込めない、技術のアプリケーションが見出せない(自社の商流とは異なり、市場ニーズが十分に汲み取れない)、といった点が共通するようである。

ハーバード大学のC・クリステンセン教授は、著書「イノベーションのジレンマ」の中で、「過去の成功体験を断ち切り、新たなイノベーションや市場を切り開くためには、既存企業から切り離された自立的な小さな組織を作り、既存組織の価値判断を持ち込まないことが大切である」と指摘している。この点から、カーブアウトは、企業の中にあるイノベーションのジレンマを打ち破る方法の一つといえよう。

カーブアウトのメリットとしては、革新的技術の事業化や変化する市場ニーズへの対応が容易であること、企業グループ外への積極的販売など自由な経営が確保されること、サブコア部門の人材や知財を活用できること、大企業の組織に縛られがちな技術者にやりがいとインセンティブを与えられること、複数企業の切り出し・アライアンスによりグローバルトップが狙えること、等がある。

理想的には、一企業だけのカーブアウトだけでは

なく、複数企業のシナジー効果のある事業が切り出され、グローバルトップ企業として成長していくケースが次々と出てくるのが望ましい。イノベティブな技術をコアとしたグローバルトップを狙うアグレッシブな事業再編、それが日本経済全体に大きな影響を与え、骨太の新産業創造を促進することになる。

ピーター・F・ドラッカーは、著書「ネクスト・ソサエティ」の中で、こう述べている。

「もはや、いかなる産業・企業にも独自の技術というものがありえなくなり、産業として必要な知識が、全く異質の技術から生まれる様になった。」「事業の発展は、企業の内部からではなく、異質の組織間の提携という、50年前には考えられなかった事が当たり前になっている。」

電子・ハイテク産業における技術・ノウハウは、以前は純ハードウェア的なものが中心であり、電機メーカー社の内部で完結可能であったと言えよう。しかし、今日では一製品における構成技術要素は格段に増加し、特殊な機能を有する原材料からハードウェアに搭載されるソフトウェア、外部との通信技術など、一社ではとても対応できない領域にまで進化してしまった。

TAIは、パートナーであるテクノロジー・アライアンス・グループ社と共に、技術の評価、ビジネスモデルの検討、事業戦略の立案・実行等初期段階からの支援や、事業インキュベーションの支援、拡大戦略策定に至るまで、バリューチェーン全体を俯瞰しつつ、単なるリスクマネーの提供に留まらず、細かなソリューションの提供も行っている。

電子・ハイテク産業の研究開発費は年間約四兆円にもものぼる。しかしながら、このうち四分の三が事業化されず、大半が社内に眠っていると言われていた。製造業、特に大手電機メーカーの停滞、低い利益率等がいわれて久しいが、大企業の社内に眠っている研究開発のシーズを顕在化し、各社に分散しているリソースを集約し事業化できれば(事業再編というほどの大規模なものではなくとも)、新技術・新産業で需要を創造できると信じている。



新入会員 (2007.1~2007.4.10)

個人会員

- 平田秀昭 昭南ハイテックス(株)
- 永原康運 (株)Bestソリューションズ
- 色紙啓樹 (株)真幸コーポレーション
- 内山雅博 賛助会員[SMC(株)]より編入
- 水上佳也 (株)フォトニクス
- 石毛敏雄 ティアイコミュニケーションズ
- 吉澤六郎 プロモス・テクノロジー・ジャパン
- 小峰 尚 (株)ポトマックアソシエイツ
- 倉橋健一 (株)ヒューマンウェイブ

(入会順)

新会員の一言

吉澤 六郎 会員 (プロモス・テクノロジー・ジャパン)

皆様こんにちは。私自身の、人・情報のネットワークを広げたいと思い、入会させていただきました。よろしくお願ひ致します。

小峰 尚 会員 (株)ポトマックアソシエイツ

クライアントの依頼により、プロフェッショナルな人財をサーチするコンサルティング会社の小峰 尚です。

内山 雅博 会員 (元SMC(株)取締役)

賛助会員のSMC(株)を引退したのを機に個人会員に入会しました。今迄同様行事等でお世話になります。よろしくお願ひ致します。

会員訃報

森山 武克 様 [個人会員：元(株)フェローテック顧問、元ローツェ(株)監査役]

昨年年初冬より体調をくずされ、今春から療養に専念しておられましたが2007年4月11日肺癌にて逝去されました。享年71歳。当協会設立初期の段階から運営委員として運営に深く関与され、広い人脈を活かし協会の基盤拡充に貢献されました。特に2001年から関西を会場にスタートしたSSIS特別シンポジウムと秋季特別セミナーは故人の大きな足跡です。ことし6月19日の7回目の特別シンポジウムを目前にした突然のご訃報は残念の極みです。謹んでご冥福をお祈りいたします。



編集委員になって、初めて本50号を担当しました。ENCOREの編集ノウハウを知る間も無く、ある事情から急遽担当になったのですが、60歳を過ぎ、あらためて新入社員の気持ちが解ったような気がしています。と言いますのは、ENCOREの編集作業を進めるための常識とか基本ルールみたいなものがあると思いますが、小生にとっては手探り状態でした。そこは年の功で図々しくこなしてきました。しかし今まさに新入社員にとっては苦勞の真っ盛りだろうと思う。親切に指導しているつもりでも先輩にとっては常識、当たり前だと思っていることが伝わってなくて新人にとっては未知の体験ってことが多いのではないのでしょうか。

そんな状態で担当した編集作業の中で、今回一番苦勞したのが菊池先生の講演紹介でした。

先生からの原稿は無く、講演録音からの原稿起しをして内容を掲載したのですが、話し言葉を文章に仕上げることの難しさに加えて、技術的内容を正しく伝え、先生の意図を表現するのは想像以上に大変でした。4月に発行するENCOREは総会報告が中心で楽だと聞いて担当を引き受けたのですが、さにあらずでした。

それでも、原稿チェック作業でENCORE掲載記事一字一句全てを読んだのは初めてだったと思います。結構いいことが書いてありますよね。反省。

(編集担当 内海 忠)

会員現況 (4月10日現在)
個人277名、賛助50団体

SSIS News Letter "ENCORE" No.50

発行日：2007年4月27日

発行者：SSIS 半導体シニア協会

会長 川西 剛

本号担当編集委員 内海 忠

〒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