

Mwe シニア会会報

Mwe Senior Club

NEWSLETTER

No. 8, 2002 年 2 月

目 次

特別寄稿「居酒屋ベンチャービジネス研究会」	p. 1
第 11 回 Mwe シニア会行事講演会講演 「ベンチャー企業の経営と支援ーベンチャーを取り巻く風土の変化ー」	p. 3
Mwe シニア会ーベンチャー企業事始めー	p. 14
第 11 回 Mwe シニア会行事風景	p. 16
第 12 回 Mwe シニア会行事講演会講演 「アイ電子の 7 年ーある社内ベンチャー 7 年目の検証ー」	p. 17
第 2 回ベンチャービジネス講演会にあたって	p. 24
第 12 回 Mwe シニア会講演会・「利き酒会」忘年会開催	p. 25
第 3 回 Mwe シニア会ゴルフ大会開催	p. 26
囲碁同好会「囲碁随想」	p. 27
行事の案内と今後の活動計画	p. 28
会員の加入状況、賛助会員と会員名簿	p. 28
BT 誌寄稿「GaN 系高周波、高出力デバイスの技術トレンド」2001, 11	p. 29
BT 誌寄稿「伝送線路より平面回路へ」2001, 12	p. 32
役員一覧	表紙裏

Mwe シニア会

Mwe シニア会

平成13年度役員一覧（敬称略）

会員総会・総会議長	米山 務
会長	水品 静夫
副会長	北爪 進
監事	小林 禰夫

運営委員会

会長	水品 静夫
副会長	北爪 進
会計幹事	松本 巖
幹事	赤田 邦雄

企画担当

伊東 正展
新井 陽一
石田 修巳
奥野 清則
小淵 知己
佐藤 軍吉
柴富 昭洋
西川 敏夫
平井 克巳

発行者 Mwe シニア会

発行責任者 水品 静夫

事務局 〒215-0034

川崎市麻生区南黒川 10-5

アイ電子株式会社 伊東 正展

TEL : 044-981-3866, FAX : 044-981-3868

E-mail: itoh-aie@mb.asmnet.ne.jp

発行日 2002年 2月 21日

[特別寄稿]

居酒屋ベンチャービジネス研究会

東北工業大学環境情報工学科

米山 務

ある新聞に「夕暮れはまだ遠い」というコラムがある。50代の団塊世代が主役であるが、まだまだ文中には精気が溢れている。それからすると私などは「寝るには少し間がある」という世代であり、あまり時間がない。しかし、やり残したことがある。そもそも研究は実用化をもって完結すべきものである。これまでの研究成果もこのままでは早晚無に帰してしまう。その前に、少しは社会に還元したい。このような思いからベンチャービジネスに心が動いた。

Mwe シニア会の集まりのとき、幹事の伊東さんに「居酒屋ベンチャービジネス研究会」の創設を小声で提案した。居酒屋を開業するつもりかと誤解されそうだが、居酒屋でベンチャー談義をしようというのが趣旨である。これを受けて、東京地区では喧喧諤諤の議論があったようだが、幸い大方の賛同が得られ、研究会は発足した。しかし、「居酒屋・・・」は残念ながら認められず、年数回のチャンスを逸してしまった。

それはともかく、第一回の研究会は盛会だった。五十嵐講師の話はデータに裏づけられていて分かり易く、また興味深くもあり学生時代に戻ったようにノートをとった。ベンチャービジネスの成功率の低さががっかりすると同時に自分だけはこの気になる。

これは両刃の剣だ。「失敗が先、成功は後」、肝に銘じておこう。

第二回研究会の講師は、われわれのアイドル、ベンチャービジネス成功者第一号の伊東さんであった。第一回研究会が好評だったためか、はたまた閉会後の利き酒会が利いたのか参加者が一段と多くなった。伊東さんの事業は企画、技術、人脈、どれをとっても完璧で、苦勞を表にださない話振りはサクセスストーリーを地で行くように華やかだった。よくもまあこんなに順調に行くものだなあと羨ましくもあり、少々妬ましくもあり、「何か失敗例は？」などと埒もない質問をし、軽くいなされてしまった。というわけで、今度是非拝聴したいトピックは失敗だらけの暗い話である。私のはやり病のようなベンチャー熱を一時に冷ましてくれるような怖い話を聞きたい。

ベンチャービジネスについての私見を述べると“Local and Global”である。いま、各地域(Local)で大学を核とした Cluster 計画が進展している。Cluster とは葡萄の房である。1つのベンチャービジネスから次々に新しいビジネスが派生する様子をイメージした表現である。そのためには、大学の構造改革、産学官の連携が必要となる。大学人も社会の要請に敏感に反応できるビジネス感覚を身に付けなければならない。大学発 1000 ベンチャービジネス創成計画もそのような環境ではじめて可能になる。

一方、“Global”については、私事になって恐縮であるが、次の話を紹介したい。

定年退職間近の私の研究室に韓国釜山慶星大学の1人の教授が研究生として入所した。3ヶ月ほどで私の退職と共に帰国したが、直ぐにベンチャービジネス NRDTECH を創設した。韓国のベンチャー環境は日本に比べて恵まれているが、それにしても早業には感心し、かつ驚かされた。日本の研究成果が韓国で企業化される。まさに Globalization を実感した次第である。しかし、これなどはほんの序の口であろう。驚きはまだ続く。昨年12月25日の日本工業新聞によれば、NRDTECH は日本企業スカイファイバーと提携して合弁会社 NRDJapan を設立し、60GHz 帯で伝送速度 1.2Gbps の超高速通信サービスを開始するとのことである。最も Local な男の身にも Globalization の波が押し寄せてきた。

西川幹事からは格調の高い文章をと念を押されたが、すっかり酔っ払ったような話になってしまった。しかし、もともとこの手の話を居酒屋で楽しもうというのが本研究会の出発点であったことを思い出し、ご容赦願いたい。

ベンチャー企業の経営と支援 — ベンチャーを取り巻く風土の変化 —

財団法人 三和ベンチャー育成基金 総務部長 五十嵐 伸吾

はじめに

三和ベンチャーファイナンスの五十嵐でございます。テーマでございますが、「ベンチャー企業の経営と支援」ということに絞らせていただきます。ベンチャーブームは今回が 3 回目といわれています。第 1 次はうっかりしましたが、第 2 次は 1983 年くらい、そして 1995 年から今回のベンチャーブームが始まっているといわれています。ただ前 2 回のブームは社会的トレンドという意味でのブームに過ぎなかった。今回、1995 年からスタートしているものはブームというより、経済産業省が中心となってベンチャーが育つインフラを整備しつつあるという点で、ベンチャーに期待するものが変わってきたということがベースとしてあるのです。シニア会の諸先輩方を前にしてどこまでできるかわかりませんが、第 1 段階ではおさらいとして、いま置かれている環境について、資料やいろいろな方から得た情報をご提供しようと思います。2 番目としてベンチャーとはどんなものなのかをイメージしていただくために、皆様がベンチャー企業を起こすという立場のときどんなことを考えていかなければいけないかということ、最後その 2 つをまとめて、それではベンチャービジネスに何を期待できるか、またどんなことが足りないのかといったことを話したいと思います。

私は今年 42 歳、銀行に入りまして 18 年になります。10 年ほど前にハイテクベンチャー企業、つまり技術をベースに会社を大きくしようとする企業のお手伝いをする公益法人に移りました。1983 年といいますと、ベンチャー企業にスタートアップからお金を入れるというビジネスがなかった時にスタートしました。そうした頃から私はベンチャービジネスに関係ができています。1995 年以前にベンチャービジネスをサポートしていたのは 4 畳半と言われるようなメンバーで、その後マーケットの広がりとともに人脈が

拡大してきたのです。

説明を分かり易くしたほうがいいと思いますから、極論を指摘します。私の仕事をしていると「ベンチャービジネスといってもビジネスだよ」と、ある程度強調してお話しないといけないということがあるので。その分だけテクノロジーのほうを低く話をする傾向があります。それから、ご理解いただくためには天下国家のようなお話をさせていただくこととなります。僕の本意ではありませんけれども。

わが国の経済システムの構造変化

おさらいとして現在の経済システムがどこから始まったかということを確認しておきたいと思います。昨年秋に中小企業基本法という国の方針が中小企業をどう支援または育成していこうかというふうに基本的に変りました。その前にどうして今のような中小企業基本法ができたかということを考えなくては行けない。第 2 次大戦直後は、戦費に全部つぎ込んできたわけですから基本的にお金がなかった。戦争、軍事産業につぎ込んできたわけですから着るもの、生活必需品というものは極めて少なかった。そうした環境のなかで急速に産業を立ち上げるためにはどういうやり方があったか。お金の調達方法には銀行から借り入れる間接金融と、株式を公開または市場に出してマーケットから取り入れる直接金融があります。この 2 つが企業が資金を調達する基本的な方法です。GHQ は日本に来て直接金融と間接金融のどちらが有効か検討したようです。アメリカでは、花屋さんでも会社を作るときは株式会社とし、株式公開を念頭に会社を始める。GHQ も最初は直接金融、つまり株式を主体とした資金調達でまかなっていこうとしたができませんでした。理由は 2 つあります。東京証券取引所は毎年 1000 世帯を対象に毎年アンケートをとっている。「お

宅はどのような資金の運用手段、例えば株を買ったり国債を買ったり預金をしたりを選びますか。1 番目が安全確実、2 番目が換金性（すぐにお金に変えられる）、3 番目が近い（郵便局とか銀行の支店が近くにある）、4 番目に初めて利回りです。バブル、バブルといわれますが、1983 年代のときに 1 番目、2 番目はぜんぜん変わっていなかった。3 番目と 4 番目が変わっただけなのです。結局、日本の資金運用の方法は「安全確実」で、なかなか資金マーケットの方にお金は回ってこない。2 つ目の理由は、朝鮮動乱が起きて急速に産業を立ち上げなくてはいけない必然が生まれた。そうすると直接金融と間接金融、つまり株式マーケットと銀行などを中心とする金融システム、どちらが中央でコントロールしやすいかというところ、間接金融のほうがコントロールしやすいのです。政府がマーケットをコントロールするのは極めて難しい。ところが間接金融の場合は、日銀が公定歩合を決めたり、長期金利を変えたり、国債を買えとか売れとか、市場・マーケットのコントロールを極めてやり易い。そういったことで間接金融型の金融システムを選んだのです。

まず銀行をつぶさないということにして、預金の金利、貸し出しの金利、すべてを政府が決めることにします。すると銀行は利益率ではなくてボリュームで勝負するよりありません、ボリュームが大きければ大きいほど利益が上がるという形になります。銀行は預金を市中からどんどん集めて、しかも銀行はつぶれないという神話ができていますから、算算に入れておくより銀行に預けたほうが皆ハッピーである。融資先にも融資規制があります。必要な会社、必要な産業からお金を回すので、銀行は勝手に融資できなかった。一番大事だったのはやはり電力とか鉄鋼などのインフラです。しかも適度な競争がある、一社独占にならないような体制で産業を守っていく。結果的にはそういうことだと思えます。今までは物がなかったということから考えると、少品種大量生産のほうがシステムとして合理的なわけですが、ともかくたくさん作らなければいけない。作れば売れる。たくさんの資本を集め、大きな工場を作り、大量の人を雇って生産する。

産業構造の変化と経済システムへのインパクト

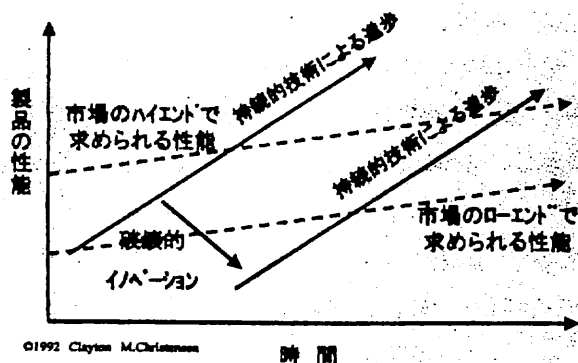
イノベーションの話をしておきます。アメリカの場合、イノベーションの半分はスタートアップの小さな会社のビジネスから生まれている。ところが日本では、戦後の大学内でオリジナリティのある、クリエイティビティのある技術科学が必要であったかというところ、確かに必要ではあったでしょうが、それ以上に製造技術の方が大事だったと思うのです。ですからキャッチアップ型の、つまり技術は欧米にお手本があり、それより安くいい製品を作る、そういう形が経済合理的であったと思います。ホンダやトヨタは、GM とかフォードのようないいお手本が海外にあって、それよりも安くいい車を作ろうということをやってきた。その結果、世界に冠たるメーカーに育った。

次に中小企業対策の話です。戦争から帰ってきて職業に就こうと思っても企業はまだ育っていないので雇用を吸収しきれない。やむなくいろいろな会社が出てきたという背景があります。中小企業基本法の昭和 49 年から昨年まで基本理念は“Too small, too much”です。小さすぎて経済効率が悪い。しかし雇用の受け皿になっているためにつぶせない。ですから融合したり、資本の充実をさせたり、あとは二重構造論というのがあって、徐々にスケールメリットがでるような企業に育ててきた。これが昨年までの中小企業基本法の理念です。ところがイノベーションがとても必要になってきた。

いままでは「目指せ GM、目指せフォード」と、より安く、高性能な車を作る努力をしてきた。これはわかり易いし、資金調達をするときに銀行員でも分かる。しかし技術のフロントランナーになったということで、これからは「空を飛ぶ車」を作らなくてはならない。まず技術的に作れるのかわからない。できたとしてもビジネスになるかどうかかわからない。そうした段階でどうしていくかということです。産業構造の変化といわれますが、大量生産からマーケットの多様性とか消費者指向への変化です。トヨタではマーケットは「いつかはクラウン」といういい方をします。つまり最初にカローラがあって、次にコロナ、マーク II があ

って、それからクラウンというふうに、年代とか家族構成とか自分の賃金の上昇にしたがって順番に買っていたかどうかというマーケティングです。ところが最近、大きくはないが特定のマーケットセグメンテーションをして、それに向かった売り方をするようになってきた。一番分かりやすいのがホンダのやり方です。CRXとかオデッセイはみんなに気に入られる車の造りかというところではないですね。家族構成とかライフスタイルによってああいう車が必要なのだという考え方です。

Harvard Business SchoolのC. M. Christensen教授の著書「イノベーションのジレンマ」は、大企業ではなぜイノベーションが起きないかということがテーマで、「イノベーションが大企業を滅ぼすとき」とショッキングな副題がついています。大企業はイノベーションに結構気がついているケースが多い。ではなぜ起きないかというと、第1図のように真面目に持続的に技術開発をやっていると市場のハイエンドで求められる性能に近づいていく。これとローエンドで求められる性能の範囲内にユーザのニーズがあります。ところがとんでもない別の分野から別の用途で使う技術の水準が上がってきて、ちょうど市場のローエンドの範囲に入ってくる。すると急速にこちらの分野に入ってくる。これが破壊的イノベーションと定義されているものです。もう一回定義を確認しますと、一般に、持続的技術というのは製品を高める技術で、



第1図 持続的イノベーションと破壊的イノベーションの影響

不連続なものもありますし、抜本的なものだったり、漸進的であったりします。一方、破壊的製品技術というのはこれまでの概念に拠らず、まったく別のところから流れてきたような技術です。違った価値基準で主流から外れた新しい顧客に評価されている。

例えば、ここにあるパソコンの構成要素としてハードディスクがあります。IBMのようなメインフレーム・メカにとって銀行とか生命保険のように、大量のデータを扱うところが最良顧客であったわけです。そういった顧客に向けてどんどん技術改良を加えていくとどういうことになるか？まずハイスピードで、情報容量が大きくて信頼性が高いというコンセプトで技術開発が進められる。ところがパソコンのハードディスクの考え方はまったく違います。まず小さいこと、それから安いことが中心の課題になってきます。メインフレーム用のハードディスクとパソコンに採用されるハードディスクとはもともと発想が違っています。ここが大事なところ。一般的にイノベーションというのは、第1図に示すように第1の技術があつて、やがて第2の技術が現れて第1の技術にとって代わる。大事なことは第2の技術はどこから現れるかということです。メインフレームのハードディスクの例を見ると、あるときワークステーション用のハードディスクが生まれる。ある程度こちらで技術開発が行われて、あるレベルを超えるとメインフレームの技術に届いてしまう。そうするとこの技術がこちらのほうに移行する。ハードディスクのケースをChristensenがまとめています。大企業の技術者は最初に気がついて、それをエンドユーザに持っていきます。するとそんなものはいらぬ、それよりそっちをやりなさいといわれて開発を中止する。そのあいだに第三者が出てきて凌駕されるというのが大体のストーリーです。

大企業にイノベーションが起きづらい4つの原則があります。企業は顧客と投資家に資源を依存している。ですから顧客の役に立つものを作っていると高い収益を上げられる。しかも株式市場で投資家から資金を調達して会社を運営するのですから、うまくいかどうか分からないものに開発投資を始める

投資家が嫌がります。そんな開発をして本当にこの会社は大きくなるのか、もっと真剣にメインのところでも闘いなさいと言います。

原則の2番目というのは、小さいマーケットの中では大企業の成長ニーズは解決できないということです。PCも出始めのときはまったく小さいマーケットでした。100億の会社が10%の利益をあげるには10億の利益をあげないといけない。しかし10億の会社なら1億で10%の利益をあげられる。

第3は今までなかったマーケットというのは誰にも分からない、誰にも分析できないということです。

4番目の原則は技術の供給と市場の需要とは等しいとは限らない。図のカーブにあるように開発者のジレンマがあります。いい例がインターネットのプロバイダです。最初に「べっこうあめ」のような中小のプロバイダができました。ところがある程度マーケットができると小さい参入組織が消えて、キャリア系だとか家電メーカー系がマーケットを牛耳っている。

情報革新がもたらしたシステム

なぜAT&Tやニフティは別ですけれど、ビッグロープやソニーが一番最初からやらなかったか。ある意味ではやる必要がなかった。一橋大学情報処理センターのある先生が、情報革新がもたらしたものは技術革新の速いテンポと分散化された情報処理・創造活動であると言っています。ホンダとトヨタの話をしたが、マーケットニーズが一様ではなくなってきた。そして分散化された知識と情報の通信を通じた世界規模の連結が可能になった。つまり物理的な時空間を越えて情報や技術のキャッチアップが可能になった。昔は大企業に情報が集中していたが、インターネットの発達と共に、情報に触れるという意味ではベンチャーも等しくなってきた。いままでは縦割りだったメディア媒体の融合が図られてきた。すると今まで暗黙の形でやってきたものを明確に目に見える形に転換してインターネットに載せなくてははいけない。それからスピードです。いままでは顧客のニーズをどう吸い上げて、組織内を縦にわたっていかにデシジョンを早くするかということでしたが、これからは横への展開、つ

まりアライアンスとかを含めて横断的なデシジョンのスピードも問題になる。

ビジネスチャンスの捉え方

またもう少しあとでお話しますが、成功の確率論的な話もしなくてははいけません。これはベンチャー・モデルに必然というわけではありませんが、政策として必要になりつつある。アメリカでも日本でもベンチャービジネスの成功確率は3/1000だとよくいわれる。1000のうち3つだということに拘るつもりはありませんが、このくらい確率が低いということです。このあいだバイオベンチャーの方からお聞きしましたが、最初の創薬のアイデアから薬ができるまでの確率はイメージとして3/100,000ではないかと言っていた。3/1000は別として確率論からいえることは3つあると思います。1つは分母が10しかなかったら起きないかもしれないということです。いかに分母を量的に確保するか。国などからの積極的な投資と共に、ベンチャービジネスの多様性が大事です。もし全部が全部ネットベンチャーでしたらいまみたいなネットバブルで全部つぶれてしまいます。

2つ目は分子の問題、これは質的なものだと思います。ベンチャーキャピタルの役割として3である成功確率を上げてあげようという努力です。合理性を深めるような努力と共に、いかにして質の高いものを引っ張り出せるかということが問題になってきます。ですから人の問題というようなテーマであとで話したいと思います。

3つ目はタイムラグへの対応と書きました。IPO(株式公開)が成功のすべてとは思いませんが、アメリカの場合、株式公開に至る時間がだいたい5年です。いま1,000社のベンチャービジネスにドンとお金を出したとします。どういうことが起こるかということ、まず失敗から始まる。1年目、2年目とどんどん増え、3年、4年と時間が経つとさらに失敗の数が増えていく。三転・四転して最後に成功してああよかったということになる。失敗が先に来て成功は後に来るのです。銀行などでは1995年からベンチャーブームだといってベンチャーに勢いよく融資を始めた。ところが1

年目からバタバタと倒産し始める。するとベンチャーはやっぱり際物だ、だから失敗するんだとすぐに融資を止めてしまうのです。これはやっぱりだめなのです。先にくる失敗にひるんではいけない。ただ難しいのは、こういうふうにベンチャーだから失敗するんだ、失敗するんだということでやっていくと、最後本当に成功するのかが分からなくなってしまう。だから先にくる失敗にひるんでもいけないけれど甘えてもいけない。このようなことをどうやって確率論的にリスクマネジメントをするか、ここが一番大事なところで

シリコンバレー型経済システム「確率コントロール型」

これはアメリカのインターネットのスタートアップの調査で、だいたいの実数がでています。アイデアの段階で持っているのが 250 万くらい、それが具体的でまともなプランだからと机上計画まで落ちてくるのが 50 万件くらい。次の段階でエンゼルとかベンチャーキャピタル以外から資金調達を得られたのが 5,000 件から 10,000 件でしょう。実際にベンチャーキャピタルから資金調達できるのは 3,000 件から 5,000 件くらいですから 1,000 件に 1 件でしょうか。そのうち IPO するといったら惨憺たる数で 600 しかない。これは M&A を含めた数です。これはインターネットで、皆様のまともなエレクトロニクスではないことだけはお断りしておきますけれど、かなり確率は厳しいということをご理解いただけたらと思います。

例えば皆様の知人のどなたかがベンチャーを起こしたとします。一人で始めるのですがお金をいくら用意できるか、誰と組むか、どんなものを作るか。最初から 100 のラインアップは作れないから何にフォーカスするか、お金は何千万円集めないといけないか、親しい彼は来てくれるか、等々。そうしてスタートアップから最後まで、ソニーなどいろんな会社と関わっていかなくてはならない。これはおいしいと分かれば必ず大企業の参入があります。これは当然の話だと思います。さきほどお話ししたインターネットのプロバイダーも参入障壁が低かったから誰もが参入できた。それ

が現実だと思います。

「ひと」「もの」[金]

そういったなかで人、物、金をいかに有効活用してビジネスをやっていくかということがベンチャーに求められることなのです。ですからベンチャービジネスとしては少ない経営リソース、つまり人だとか物だとか金だとかを組み合わせて、いかに大企業と闘っていくかを考えていかななくてはならないのです。

まずお金の問題ですが、冒頭お話ししましたように、資金調達の方法はお金を借りるか、株を持ってもらって資本を調達するかの二通りになります。資金の出し手は極論すると銀行かベンチャーキャピタルです。まず株式公開までの要する期間を考えていただくと、アメリカではインテルが 1968 年にできて 1971 年に株式公開を果たしている。きちんと 3 年です。マイクロソフトは 1989 年に会社ができて 1996 年に株式公開をしているから 5 年です。ですから 5 年もあればアメリカでは株式公開できます。ハイテクだとだいたい 3 年半と決まっているとの話を聞いています。それでは日本はどうかというと、1995 年くらいの資料ですが、1965 年に株式の店頭公開市場が開設されまして、いまのジャスダック、アコムは 1978 年にできて 1993 年に株式公開している。プロミスは 1962 年にできて 1998 年。平均して 15 年くらいもかかっていることになります。

マクロとしてのベンチャービジネスの捉え方とその意味すること

ここでお考えいただきたいのは、銀行はどうしたら儲かるかということです。銀行はたくさんの預金を集めて、第三者、企業に融資をする（融通といいます）、お金を右から左に動かしてその利ざやで稼いでいるのです。預金している方々に預金金利を払い、融資をした相手から金利をいただく。その預金と貸し出しの金利差が銀行の収益になる。ですから安い金利でたくさんの預金を集め、そして高い金利でつぶれない会社に貸せば銀行は儲かる。三和銀行はまだ儲かっている銀行だと聞いていますが、その利ざや、銀行の預金と

貸し出しの差、それから人件費や支店などに維持費を差し引くと、2年前の資料ですけれども利益率は0.46%です。銀行はよく儲かっているように見えますが、ボリュームが大きいから儲かっているように見えるだけです。ですから銀行のビジネスはローリスク・ローリターンのビジネスなのです。ベンチャービジネスの成功は1000に3つだといってきました。例えば1,000社に1億円ずつ融資するとして5社倒産しただけで銀行の収益はすっ飛んでしまう。極論すれば銀行にはベンチャービジネスへの融資はできません。ビジネスモデルが違うからです。

ベンチャーキャピタルはどうしたら儲かるかといえますと、彼らはキャピタルゲインを求めているのです。簡単に言えば、安く買って、しばらく持って株価が何百倍になればいい。株価で仕入れをして、短く持って—この短くというのが大事なのですが—かなりの確率で株式公開をしてもらって、その倍率が高ければいい。1,000に3つでも仮に株価が333倍以上になれば理論上はビジネスになる。だからベンチャーキャピタルはやっていける。日本の15年から20年かかるような状況では、スタートアップからベンチャーキャピタルは投資できなかった。これが日本の最大の欠点です。10年くらい経った、なかなか大きな会社があった。ところが株式公開していないので、そろそろ株式公開したらどうだというような持ちかけかたをして、5年くらい待つて株式公開していただく、これがジャスコ、ジャイクなど、これまで日本のベンチャーキャピタルがやってきたことです。これは日本のベンチャーキャピタルがいいとか悪いとかいう話ではなく、環境的にベンチャービジネスではビジネスにならなかったということが正確な話です。ナスダック・ジャパンというマーケットが昨年でき、規制緩和によって若い会社も公開できるようになった。そこから初めてベンチャーキャピタルがビジネスをできるようになってきた。ベンチャーキャピタルのビジネスはハイリスク・ハイリターンです。問題はどのような会社にお金を貸したいかを考えることです。

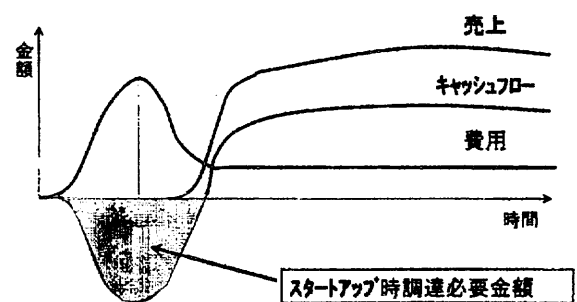
銀行のビジネスモデルは安定した会社にお金を貸すことです。もし急成長すると余計なところにお金が

回りますから、うまくいっても黒字倒産ということがありえます。しかも失敗すると多大な焦げ付きになりますから、新しいことを世界で初めてビジネスをやるよと銀行に言うと、止めてくださいと言われる方が多いと思います。ですから銀行は急成長して欲しいというより安定してつぶれない会社に融資したい。

逆にベンチャーキャピタルは安定した会社には余り投資したくない。どんどん成長してもらって株式公開までいってもらわないと株価の倍率がぜんぜん高くなりません。投資をしてから20年も株式公開しない会社など資金効率がとても悪い。ですからベンチャーキャピタルはイチかバチかでもいいから急成長して欲しいという言い方をします。

皆さんが会社を起こすときいくらくらいお金を集めないといけないかを考えなくてはならない。一から開発を進めると第2図のようにコストはある程度開発が進むまで継続して費用として出ていく。売上は少しタイムラグがあって立ち上がってくる。お金の出入りを考えると、これらの差がその時点で必要なお金、キャッシュフローです。ある時点までお金は出て行く一方なのです。簡単にいうとこの時点でこの面積だけの資金を調達しなくてはいけない。これが大事なところ。これはプロジェクトを立てるときも同じことを考えなくてはいけないのではないかと思います。

アメリカのベンチャーキャピタルの場合はマイルストーン投資といって、ある所まで来て売上が立って軌道に乗ってくると投資の回収ということをやります。ここまでのお金を使い切ってまだできていな



第2図 スタートアップ時のキャッシュフローモデル

いと、ここで止めたらここまでのお金は無駄になるし、追加で投資すると総額資本も大きくなって、できるかもしれないがリスクも大きくなる。プラマイゼロの点が先の方にずっと延びてくる。ですからアメリカのキャピタリストはテーマ、テーマによって設定点を決めている。会社を作るときはこういうことも考えなくてはいいけない。

もうひとつだけ確認しておきたいのは、今までの日本のベンチャーキャピタルにとって株式公開というのはまさにゴールだったのです。ある程度会社を大きくして「社長、がんばりましたね。ご褒美もらってもいいんじゃないですか。会社はあなたの財産でしょ。だからそれをマーケットに出して換金をしましょう。」ところが、さきほどインテルが3年で株式公開したと言いましたが、3年で本当にインテルが単純にゴールかという点と違ふと思います。よくいわれることはアメリカにとっての株式公開というのはゴールであって手段。アクセルを踏むというような言い方をします。第一段階のお金を例えばエンゼルとかで集め、第2段階はベンチャーキャピタルから集めるわけです。本当のロケットの点火というのはマーケットからリスクマネーを集めることです。一気にアクセルを踏み込んで急成長させる。このような言い方がアメリカではされる。日本もゴールとしての株式公開から手段として株式公開があるのだというふうに戦略的に考え方を変えなくてはいいけない。

よく日本のベンチャーの社長さんが、アメリカはマーケットがあつて赤字でも株式公開ができてうらやましい、という話をします。これは嘘です。赤字だけれど急成長して大化けするかもしれないから株式公開ができるわけです。ですからアメリカはナスダックなどの基準値はすごく低いです。ところが基準に達したから株式公開して資金調達ができるかという点とほとんどできない。ハイテックイメージで急成長することが大事で、そうでないとお金が集まらない。例えば、1億の資本金を集めた。とても優秀な技術者がいるので雇いたいけど1億円払わないといけな。すると1年間でお金がなくなり会社は成長できませんからどうするかという点、「おまえに高いペイメントを払い

たいけれども払えない。ペイメントは安くしてくれ、その代わりに株式を買う権利を与えるよ」。これがストックオプションです。「さあ、がんばろう」ということになる。自分がかんばって急成長して株式を公開できれば自分が百万長者になれる。そういうことで一生懸命仕事をする。ベンチャーキャピタルも一緒です。お金はリスクマネーだけれども成長するかもしれない。ナスダックを通してお金を出す投資家も一緒です。会社を作った人、会社の従業員、ベンチャーキャピタル、投資家、みんな一致しているわけです。いまは小さいけれども頑張ってお金をつぎ込んだり、自分の仕事を一生懸命やっていけば急成長する。ご褒美はマーケットからもらえるということでベクトルが一致している。ですからやはりマネージメントの話になりますが、いかにゴールを短くするかが大事になってきます。

ベンチャービジネスの「もの」の側面

「もの」というと分かりませんので、技術あるいは技術コンセプトという話をさせていただきます。ハイテクベンチャービジネスをお世話していると同じような話を聞くことが結構あります。ある中央研究所の本当に一流の技術者ですが、開口一番いわれるのは「世界で初めての技術を開発しました。10年後に1兆円のビジネスになります。」確かにそうなる面白い話です。面白いからあえて言うようにしていることが2つあります。1つは、「確かに10年後は1兆円かもしれませんが。しかし1ヵ月後に10万円なかったらゴールはないかも知れませんね」という話をします。長期的なゴールと短期的な戦略・戦術の両方をやらないといけなという話です。もうひとつは、「ノーベル賞を取れるような技術でいくつビジネスとして成功していますか」というような話をよくさせていただきます。

マイクロソフトを例にとると、マイクロソフトのやっていることはグラフィックユーザインタフェース GUI です。誰でも簡単に使える OS というのがウィンドウズのいいところです。GUI をマイクロソフトが最初に始めたのですか。少なくとも前にアップルが

あった。その前にゼロックスのパロアルト研究所が研究していた。その前に日本人という説もあるようですが成功したのはビル・ゲイツのマイクロソフトです。次にデル・コンピュータの話をしていきます。

デルのやったことは世界で初めてパソコンを作ったことですか。違いますよね。当時、コンパックとかIBM、ノートパソコンだと東芝を使って、ブランドは関係ないことがわかってきた。PCの性能はCPUのクロック数とか、ハードディスクの容量とか、メモリによって決まるのであればノーブランドでいいわけです。マイケル・デルが作ったのは製品ではなくて、コストパフォーマンスがよく、デリバリがよくて待たされない、しかもメンテナンスがいい、といったビジネスモデルです。マイケル・デルも、もちろんビル・ゲイツも、成功した企業家として大変大きな賛辞をいただいている。ですから「皆さんが企業家としてやらなくてはいけないことは技術開発ではなくてビジネスです」ということをはっきり言わせていただく。口の悪い通産省の担当者が「ベンチャーには製品はできるけれど商品はできない」という話をよくします。

同じような話はうちのお手伝いしているベンチャーの社長さんからも聞こえてきます。「特性のいいものを作った。お客さんに一生懸命説明しているんだけど、ぜんぜん分かってくれないし使ってくれない。」最後に「お客さんは馬鹿」という話になる。だけど本当にそうかなと考えてみて欲しいのです。例えば、僕はいま東芝のパソコンを使っています。壊れたら秋葉原に持っていくとすぐ直してくれる、そこまでやってくれているのは東芝だけかなと思っているからです。一度そういうふうにやってくれるとまた買いたくなるわけです。だから製品を商品にするのはメンテナンスとかデリバリとかプロモーションとか、マーケティングを考えていかななくてはいけない。それに値頃感とかプライシングがあって、そういったものをひっくり返してお客さんが買いたいと思うわけです。「製品と商品の差を埋めるものはたぶんビジネスです」という話を一生懸命している。ですから物がいいだけではだめで、いかに売れるようにしていくか一緒に考えていきましょう、ということですよ。

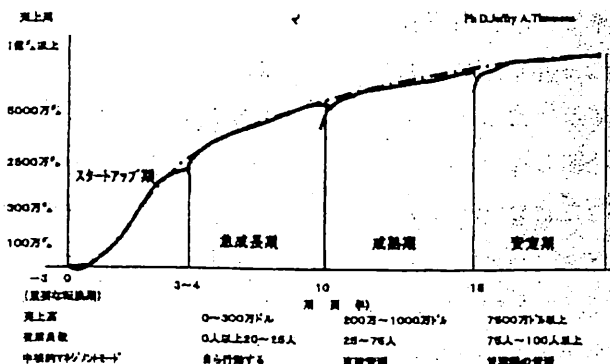
次に人の側面の話をしていきます。日本の中小企業のオーナー経営者というのは、次に売るものは会社の中で俺の自由にするのだ、という方が結構多いのです。例えば、技術者としてのエジソンの才能と経営者としてのビル・ゲイツの才能、一人で2つの才能を持って生まれた人ってそんなにいないのではないかと思います。そういうスーパーマンはなかなかいない。アメリカの経営者、会社を作った人はかなり割り切っています。自分は技術者だ、ある意味ではエジソンだと思っている。ただどう頑張ってもビル・ゲイツにはなれない。自分のボスもエジソンだけれど会社をマネジメントしてきて5年後、会社の価値はたぶん10億、自分の株式の持分が7割だから7億の価値しかならない。ところがビル・ゲイツのような社長に来てもらったら、その人は非常に優秀で、会社を5年間で100億にしてくれた。僕は株式を3割しか持っていないし、経営にも直接タッチしていないけれども30億の資産家なんだ、という話をよく聞く。だからアメリカの方々って結構割り切っていて、経営と技術を分離してもいいのではないかと、一番大事なことはベンチャービジネスの企業としてのパフォーマンスをいかに極大にするかということです。

いい例が、ソニーの井深さんと盛田さん。東京通信工業のとき30円くらいのお金が足りなくて年末が越えられない。今まで何回も無心をお願いしていた井深さんのご親戚で「鞍馬天狗」を書いた作家がいらっしやって、2人でそのおじさんのところに行った。井深さんは「お金が足りないのです。もしここで融通してもらえないとソニーは潰れます」というようなことを言ったそうです。おじさんは「そうか。いくら足りないんだ」と言われたとき、井深さんはこれまでいく度も無心していたので、30円足りなかったところを20円と言ってしまった。「本当に20円でいいんだな」と言われたとき、隣にいた盛田さんが「もう10円」と言ったそうです。盛田さんがいなくなったらそのときでソニーはなかったかもしれない。やはり企業では経営感覚が必要です。

僕も大企業でベンチャービジネスをお手伝いしていますが、結構大企業から僕みたいな人間に対してべ

ベンチャービジネスに来ないかという話をしてくれます。でも僕はできないと思っています。大企業のマネジメントをすることとベンチャービジネスのマネジメントをすることには違うマネジメントスキルが求められると思います。大企業は結構組織だとか職務規定がはっきりしてしまっていて、どこまで自分の仕事でどこからがあなたの仕事だということがはっきりしている。マネジメントというのはそういった組織を創造し、統括する。一方、皆さんが会社を作って5人で始めた。あなたが業務部長で、あなたが総務部長で、というふうにやっていく暇はないです。とにかく会社が生き残るのが大事ですから、朝令暮改で状況によってすぐ変えていかなくてははいけない。スタートアップのマネジメントスキルと大企業のそれとは大いに違う。

ディフリエ・シモンズはアメリカの有名なマイクロクラシックのドクターで、「ベンチャーの成長段階と重要な変換期での収穫的マネジメントモード」というレポートをまとめています。売上がこう伸びていくと徐々にマネジメントのモードが変わっていく。第3図に示すように20から25人だと自らマネジメントできる。売上が十分増えるまで直接関与する。こういう話はうちの支援先でも結構符合するところがあり、売上が停滞する踊り場がどうしてもできてしまう。この壁を越えるとすっと伸びていく。10億を越えると30億、50億はすぐいく。ここで一回停滞しますが、これを越えてしまうと100億から150億ま



第3図 ベンチャーの成長段階、重要な変革期、
中核的マネジメントモード

ではいってしまう。これは多分「1人で何人の人間を見られるか」ということではないかと思えます。ここに20-25人と書いてありますが、平均すると25人から35人の間にマネジメントモードの壁がある。30人までなら個人個人の能力、好き嫌い、家族構成など、何から何まで掌握できるだろう。60人になったら半分しか分からなくなる。100人になったらミドルマネジメントを作らなければいけない。トップマネジメントがミドルマネジメントを管理し、ミドルマネジメントに全部管理してもらう。大企業はこんな形で展開している。1人が何人を見ているかが重要で、

スタートアップのマネジメントはこのような形でやっていくわけですが、ずっとこのままだと停滞してしまいます。ですからマネジメントモードを変えることによって次のステージに上がれる。ここにくるとまた次の停滞がありますからマネジメントモードを注意する。それぞれの段階で何をしなくてははいけないか。一言でいえば「自分が変わるか、自分を変えるか」どちらかです。

端的な例を挙げるとジム・クラークです。彼はシリコングラフィックスを立ち上げて、それからネットスケープを立ち上げて、株式公開まで進めています。ではなぜネットスケープのCEOをやらないのかというと、ある意味で自分をよく知っているからです。スタートアップのマネジメントはできるけれども中間管理職をマネジメントするようなことは嫌いなのです。アメリカの経営者にはこういう方が結構います。毎日毎日のはらはらどきどき、ジェットコースターに乗るようなのが俺は好きだという人たちは、ある程度まで会社を大きくすると会社を売って、また新しい会社を起こす。逆にアメリカというのはマネジメントのプロフェッショナルがたくさんいますから、AT&TのCEOとかヘッドをやりたいと塩をまく人もいます。そういった形で人をマネジメントスキルでチェンジして生きることは必要だと思えます。僕が面白いと思っているのは、ビル・ゲイツやマイケル・デルに悩みがあったのかということです。彼らがベンチャーの経営者から普通の経営者にならなくてははいけない

ときが絶対に来ますから、そのときどういうふうに分を変えていくか、非常に興味があります。

ここからまとめに入ります。今まで人、物、金と分かりやすくいつてきました。しかし人は人だけ、物は物だけ、金は金だけとは絶対ならないのです。優秀な技術力、テクノシードがなかったらベンチャーキャピタルからお金は集まりません。お金が集まらなると会社をスタートアップできないから従業員を雇えません。優秀な技術者を雇えなかったら本当に技術シードがあっても開発できないかもしれない。ですから人、物、金、つまり経営リソース全体をバランスさせ、精錬化させていくことが大事です。そのためにビジネスプランを書きなさいといわれます。一番大切なことは、自立プランにこういった戦略性を全部バランスの取れるような形でまとめることです。

ビジネスプランは相手によって書き方を変えなくてはいけない。銀行を説得には、この会社は間違いない安全な会社ですよと説得しなければいけない。ベンチャーキャピタルにビジネスプランを持っていくのなら、急成長しますよというビジネスプランでないとお金を出してくれません。誰に何を訴えたいのか、これが大事な1番目です。

2番目は何の目的で作成するのかという話です。3つ目的がある。1つ目は自分の努力したアイデアをクリアにする。もやもやしたものをペーパーのなかに落とすことによって自分で客観的に考えられ、理解できる。2つ目は、第三者にこのプランを説得する材料になる。やりたいことを明確にして相手に提出する手段になる。3つ目は、相手に提出することによって、ここはおかしいとか、販売チャンネルはどうなっているとか、そのプランをもとにいろんな質問をします。それによってプランをブラッシュアップできる。ビジネスプランは何回書き直しても構いません。ビジネスにはまだ着手していないのですから。どんどんブラッシュアップする方がいいのです。そして第三者から見て魅力的なプラン、つまり成長の確率が高いプランに仕上げていく。ただ、読んでもらう相手を選ばないといけません。皆さんみたいなテクノロジーの分かる方になのか、僕みたいな技術の分からないものに話す

のかは大事なことです。どのような製品事業に進出するか、製品をどう出すのか、例えばコスト・価格から見て、などを考えてブレイクダウンしていき、チェックしブラッシュアップしていきます。

さきほどベンチャービジネスはインターネットで250万といいました。あるアメリカの研究者によるとベンチャービジネスには3タイプある。1つはグローバルベンチャー。成功確率は1番低い。インテル、マイクロソフトなどは最初からグローバルなマーケットにデビューしている。このようなのは10%くらいとの調査がある。ですからさきほどの250万だと25万くらいになる。

次がライフスタイルベンチャー。「俺は誰かの下で働きたくない、自分の好きな仕事を見つけていきたい」、こういう人もいるわけです。例えば日本でいうとラーメンが好きでラーメン屋を作る、アメリカならフライフィッシングが好きだからフライを作って一生を送る、こういった人たちが70%くらいいる。ラーメン屋さんでもフライ屋さんでも、もし当たったら大化けするかもしれない。だからライフスタイルの型が駄目だというわけではない。

なぜこういう話をするかという、ベンチャーキャピタルはどういう人たちに投資をしますか、ということです。ライフスタイルベンチャーに投資したいとは思わないでしょう。やはりインテルとかマイクロソフトとかの方が魅力的ですから、グローバルベンチャーにしかお金を貸さないでしょう。これは当然だと思います。逆にライフスタイルベンチャーがベンチャーキャピタルから投資を受けたらハッピーかということ、これも違うと思うのです。「お前このビジネスを大きくすると言ったじゃないか、株式公開すると言ったのに公開しない。」とストップがかかります。自分の好きなことをやって食っていけばよいと思っていたのに、ベンチャーキャピタルからお金を入れたことによって、したくもない成長や、したくもないマネジメントをしなくてはならない。

例えば、どう考えても50億のマーケットがある。その会社は優秀でたぶん60%のマーケットを取れるだろう。利益率が10%ある。30億で3億、従業員数を

10人と仮定すると、30億の会社で10人で3億の利益です。どう資金調達するにしても、あまり成長の魅力はないですね。つまり従業員の数によってはペイメント、すなわち給料で貰った方がハッピーな場合もあるわけです。あなたのビジネスにとって何が一番ハッピーですかということがやはりもっとも大事なことです。

今までのお話では、グローバルベンチャービジネス系で、株式公開などを戦略的に見て、マイクロソフトになりなさい、というような話が中心になってきました。しかし、そうしたことはある意味では大事なことでない。会社にとって何が一番大事か、会社を起こした時点ではそうしたことが一番大事なことです。

アメリカのベンチャーの集積化と細分化

私どもの財団は毎年全国からビジネスプランを募集していて、今年は200件のビジネスプランが送られてきました。去年サポートできたのは13、4社です。どの地域からどの程度採るかはっきりしていて、首都圏がだいたい65%、近畿圏が25%、残り10%がその他地域です。分かりやすいように地域に分けましたが、首都圏といっても東京と神奈川で、千葉とか埼玉はほとんど来ません。近畿は京都と大阪で、奈良や和歌山はほとんど来ません。アメリカでも同様で、ベンチャーキャピタルの6割くらいがシリコンバレーで、2割くらいが東海岸にあります。あとは分散しています。私は北海道夕張の出身ですが、「夕張でベンチャーを起こす」と首都圏の人が言うことがあるのです。そういう方にとってのベンチャービジネス振興は、ちょっと違った目的になってくるのではないかと。これは過去の話をしているわけですし、ベンチャービジネスというのは何を望むかによってやり方が変わってくるのではないかと、ということが大事なことです。

企業が国を選ぶ時代から人が国を選ぶ時代へ「ベンチャービジネスに何を求めるのか」

3つほど話をします。1つは、ソニーやホンダに次ぐグローバルに関わる産業群の企業を育てなくては

いけない。これはある意味で日本の命題だと思います。そういった企業の育て方と、例えば夕張の地域産業の振興とは次元が違うし、やり方も変えなくては行けない。もう1つは、雇用の吸収をする場合とグローバルなイノベーションをする場合もやり方を変えなくては行けない。例えばライフスタイルベンチャーといっても、彼らも自分でそば屋さんをやって自分で自分の雇用を生んでいるわけですから、これで雇用の吸収はできるわけです。ソニー、インテル、マイクロソフトにしても、スタートアップのときはたかだか3人か5人です。5年後、10年後は分かりません。だから雇用の創造をしたいのなら、ハイテクベンチャーにお金を投入して雇用の創造をできるのか、これは考えなければ行けない。

もう1つは時間軸というのが必要です。短期的には雇用をそば屋さんなどで作らなくては行けない。しかし将来的にはやはりグローバルに関わる企業を作っていないと日本はもたないと思います。時間軸のなかで、暫定的にでもよくみておくことが大事です。

まとめ：強いベンチャービジネスが勝つのではなく、勝ったベンチャービジネスが強い

これが最後になります。本田宗一郎さんに殴られ鍛えられた方がベンチャーを立ち上げて、よく頑張られました。技術は優秀で経営が下手だったかどうかはまだよく分かりませんが結局失敗しました。その社長がおっしゃるには、「強いベンチャーが勝つのではない、勝ったベンチャーが強いのだ」。要は結果論だということです。どんなにいいビジネスプランを書いたとしても、その後のことは誰にも分からない。風が吹けば桶屋が儲かる式で、勝ったものが勝った。逆の言い方をすると、いかに勝ったかということをお知らせすることになりますから、僕たちやっていることというのは、日々毎日生き残る道は組織だと僕たちは言います。

ご清聴ありがとうございました。

(注) この記事は録音を基に講演会幹事(平井克己)にて起草し、講師の校正を経て作成されたものです。

Mw e シニア会 ―ベンチャー企業事始め―

柴富 昭洋

1. はじめに

確か昨年秋のMw e シニア会運営委員会の席上で、今後の活動方針を議論した折り、北爪委員より、ベンチャービジネス (VB) に活動の解があるのではないかとのご提案があった。北爪委員は常日頃Mw e シニア会のメンバーは、エレクトロニクス技術、特にマイクロ波を中心とした高度の技術と豊かな経験を持ったプロフェッショナル軍団である。この技術を再び社会に還元、貢献するのがMw e シニア会に与えられた使命ではないか…と熱く語られていた。折りも折り、伊東幹事が、米山先生から“Mw e シニア会の中でベンチャー研究会を発足させ、検討を開始しては”とのご意見を伺い、その主旨説明が行われた。まずは VB に関する勉強を行なうこととなった。幸運なことに、秋の電子情報通信学会のソサイエティー特別企画で―あなたも企業家を目指そう！―日本にエレクトロニクス・ベンチャーを根づかせるために―の講演会が電通大で開催された。小林先生、西川氏と3人して出かけた。産官学から著名な講師が招かれていた。特に小林先生のご友人の平氏、飯塚氏(元東芝)の講演は、数多くのVB起業の実践と経験に裏付けられた、迫力に富み、VB起業家を目指す方々を勇気づける講演であり、深く感銘をうけたのは小生だけではなかったようだ。

Mw e シニア会では、まだVBの中身が漠然としているので、会員の中には、VBを模索している人や、勉強したい人が大勢いる反面、関心がもてない人もいるはず。先ず講演会で中身の具体例を示し、分野別関心度を把握してみる必要があるのではとの意見があった。結論として、まず手始めに、会員を対象に講演会をやってはとの方向でまとめ、VBに関する著名な方々を順次お招きして、講演会、勉強会を開催することとなった。

当会にも最近起業を行なって順調に業績を伸ばしているアイ電子社長の伊東氏がいらっしゃる。伊東氏が常日頃から大変お世話になっている、(財)三和ベンチャー育成基金の総務部長の五十嵐伸吾氏をご紹介いただき、11月2日にメルパルク東京で、第一回目の講演会を開催するはこびとなった。

2. 第1回講演会

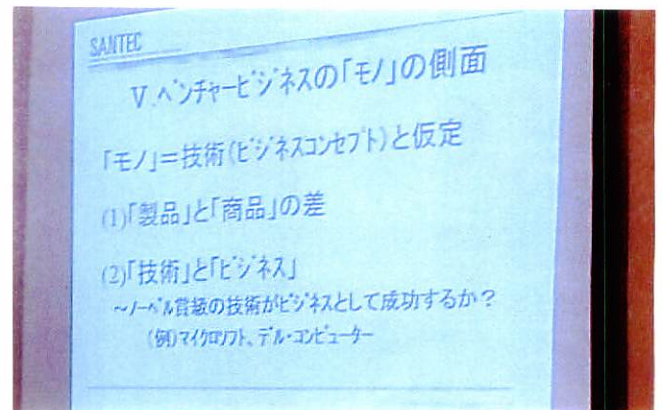
若い新進の講師とお聞きしておりましたが、全身若さとエネルギーが満ち溢れているのが第一印象であった。演題も、ベンチャー 企業の経営と支援 ―ベンチャー企業を取り巻く風土と変化―であり、まず最初に当会が最も勉強したいところであった。42歳と言う年齢をお聞きして、ケネディーが大統領になったのも42歳、ケネディー同様に今後の日本を担ってくれる頼もしい若者と思えたのは私だけではなかったであろう。講演の要旨は、平井氏、西川氏の両氏の甚大なご努力により、五十嵐伸吾氏のご講演要旨にまとめられていますので、ここでは、イントロと感想のみに留めおきたい。

まず最初に、日本はなぜVBが育たない風土になったのか、戦後の経済環境と歴史から分かりやすく説明された。なかでも戦後の奇跡的ともいわれた日本の経済復興が、大企業を中心と

した政策が行われたことに起因している。その結果、アメリカの事例からも明らかな如く、大企業からは決してVBが起業されない。VBの起業にはまずイノベーションが必要である。大企業にはイノベーションが起きづらい4原則があるとお聞きした折りは、正直いて頭に一撃を食らった状況でした。余りにも大企業人間化した社会に育った自身に対して、VB起業に関しては、ビジネスに対する考え方を根本的に考え直さねばならないとの衝撃を受けた。

また、VBの成功確立が3/1000も驚きでした。VB成功の鍵は人物金をいかに有効活用するかにかかっているとはあらゆる企業に共通して言えることであるが、改めて考えさせられた。プライベートな感想はこれまでにして、是非、ご講演要旨をご熟読願いたい。

ご講演後の、質疑応答も活発な討議が続き、聴衆の皆様のご意見、ご質問を裁ききれない状況が続いた。皆様のVBへの関心度の高さの表れか。



3. 懇親会

ご講演時間も大幅に超過したため、引き続き懇親会にてご質疑、ご意見を伺うとのお約束で懇親会に入った。北爪さんのご発案でマイクを導入したところ、美味しい料理とお酒と合間って、火に油を注いだごとくの、喧々諤々の討議の再燃となった。特に、VBの粋をはみだして、日本経済の行方、産学官のあり方等の活発なご意見が行われた。特に、水品先生からの日本教育の危機、特に大学教育の危機と日本の将来は当事者でなくても真剣に考えて改革してゆかなければならない問題提起であった。

第11回Mweシニア会行事風景

11月2日(金)、メルパルク東京(楓及び樺の間)にて、(財)三和ベンチャー育成基金 五十嵐伸吾氏によるベンチャービジネスに関する講演会、引き続き懇親会が開催された。懇親会では、講師の五十嵐先生にもご参加いただき、ベンチャービジネスについて活発な討論が行われた。



アイ電子の7年 —ある社内ベンチャーの7年目の検証—

伊東 正展 (アイ電子株式会社)

1. まえがき

アイ電子株式会社の創立から今年度(平成7年度)で7年が経ちます。弊社は富士通株式会社の社内ベンチャー制度の第1期生として、新井陽一氏(アイ電子専務取締役)と私が51%を出資し、移動体通信用部品の開発、製造、及び販売を目的に、設立されました。その後山下與慶氏(アイ電子副社長)の出資や、福伝信敏氏の参加を得て、現在資本金6000万円、社員17名で、川崎市麻生区において、上記部品の開発を中心に、事業活動を続けています。

Mwe シニア会米山議長のご発案で、Mwe シニア会で、ベンチャー事業に関する講演会を継続的に行う事になり、第1回が平成13年11月2日に三和ベンチャー育成基金の五十嵐氏を講師として、開催されました。会は大変盛り上がり、会員の本講演会によせる、関心の高さを示しました。「第2回は伊東さんが実践編を話せ」と、北爪副会長のかなり強引なご提案によって、小生が話しをしなければならなくなりました。本稿は、平成13年12月11日の講演を土台にして纏めたのです。転換期の日本経済の渦中で、7年間奮闘してきた事は事実であり、その事を記すことで、会員の皆様方の今後の活動において、たとえ反面教師でもいいから、少しでもご参考になれば、と言う思いで、本文を記すことにいたしました。

本稿では、創立時の意気込みや企業計画が、7年経った今、計画通りに推移してきたのかどうか、計画通りにいかなかったとしたら、何故異なってしまったのか、等の検証を行ってみようと思います。

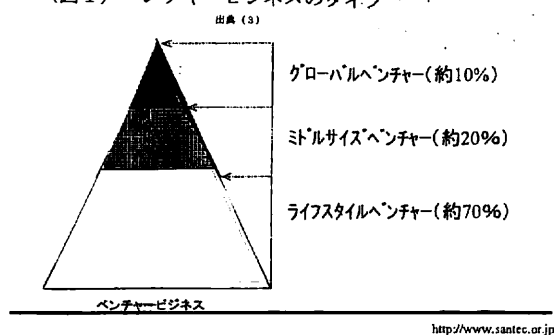
2. 今なぜベンチャーか

「なんだ君たちか、もっとピチピチした若い人かと思ったのに。」といたずらっぽい目をしながら、当時富士通の社長であった関澤氏は、緊張している新井さんと私の前に現れました。しばし雑談した後、私たちの事業化計画に事前に目を通してあったらしく、いきなり「君たちの計画はノーリスクだねえ」「私の考えていた事と違うけれども、君たちの計画が悪いと言うわけではないよ。」と言って、次のようなエピソードを話してくださいました。{ x x 専務に「君のところの組織図を見ると、xx 担当部長と言うのがいっぱいいるが、何をするんですか？」xx 専務「ハイ、xx 君は xx の専門家です、その専門を生かした特定プロジェクトで活躍していただきます。YY 君は——」「もういい、もういい、そう言うことにしておこう。」——例えば XX 君や YY 君が、自立して事業を行うと言うならば、本人はもとより、富士通にとっても、新陳代謝を早めることが出来る点で、メリットがある。}

この関澤社長との面接のエピソードの中に、我々のベンチャー起業にたいする考え方が、

如実にあらわれています。さすが関澤社長、我々を一目見ただけで、我々のやりたい事を見抜いていたようです。当時「ライフスタイル型ベンチャー」と言う言葉を知らなかったので、「シルバー型ベンチャーじゃあ名前が悪いなあ。」などと冗談いいながら面接は終了しました。

(図1) ベンチャービジネスのタイプ



その後、私は我々のような起業にたいする考え方を「知的中小企業」と勝手に名づけました(1)。中小企業ではあるが、あらゆる面で、知的武装した企業であって、今後の中小企業の方向性を示すものであると言う気負いをもって、銘銘したものです。前回五十嵐様のご講演で、初めて「ライフスタイル型ベンチャー」という言葉を知りました(図1)。

我々の考えている企業スタイルをものの見事に表しているように思います。そして、米国でも、起業しようとする人たちの70%がこのライフスタイル型ベンチャーだと知って、誠に意を強くしました。それまでは、ベンチャーと呼ばれると、何か恥ずかしいような、こそばゆい感じがしていましたが、これからは、胸を張って「ハイ、弊社はライフスタイル型ベンチャーです。」と答えることが出来そうです。後で記しますが、弊社は、若いエンジニアのライフスタイルにたいしても一つの主張を持っています。シニアだけのライフスタイルの主張だけでは、企業の発展はありえないからです。しかし、設立当時は、そこまでは考えませんでした。若い人材確保に四苦八苦する中から、生まれたものです。

さて、本会のメンバーは、私と同時代に、大企業のエンジニアか、大学の先生として生きてきたと思います。私も富士通に入社し、日本の高度成長の中で、さまざまな半導体素子の開発の仕事をしていただき、最後には、「化合物半導体の事業化」を任せられ、世界で最も早い時期に、事業化に成功する事が出来ました(2)。振り返ってみると、富士通に入社して良かった、と言う思いは今でも変わりませんし、支えていただいた、先輩諸氏、同僚、そして後輩のみなさんへの感謝の念は、いつまでも持っていたいと思っています。しかし、一生富士通にいられるものではないし、50歳すぎても居心地がいいわけでもありません。特にハイアーマネジメントを考える時、日本の多くの大企業のマネージメントは国際的な常識からかけ離れたものに思われます。この事を論じると、きりがないので、ここでは、そう言った事も、「今何故ベンチャーか」の一つの理由であったと言うことに留めたいと思います。この事を含めて、50歳頃から、会員の皆様も同じでしょうが、自分の第二の人生のあり方を考え始めました。そして「自分の好きな仕事を、体が動ける間、続けたい。そして自分の生き様を企業の中で残した

い。」と言うのが結論でした。勿論それで、大きな金銭的利益がでたり、企業が大発展すれば、それに越した事はありませんが、それは2次的なことでした。

リストラという名前の首切りがはびこり、日本全体が暗いムードに覆われている今、私達が決断した年齢よりずっと若いサラリーマンが、自身の第二の生き様を問われています。このような現状を見るとき、7年前の、私達の決断は間違っていなかったと思えますし、困難にぶつかっても、初心を忘れるべきではないと思っています。

3. 「モノ」について

ベンチャーが少ない経営資源で、大企業と戦っていくには、良く言われているように

(3) 「ヒト」「モノ」「カネ」を如何に有効活用していくかにかかっています。

そこで、この3つの点について、計画と、現実の推移を検証してみたいと思います。

まずは「モノ」です。「モノ」とは、どんな製品を開発し、何処へ売ろうとしたのか、ということ。大命題は、「化合物半導体を使用したマイクロ波コンポーネントの開発、製造、販売」です。弊社は無線回路技術者と化合物半導体技術者により設立した会社であり、当初から、現在に至るまで、この大命題に添って事業を進めています。

この大命題に添った当初の開発計画を(図2)に示します。この図を見て、賢明な読者諸氏は、「開発品目や、ターゲット市場は良く分かるが、具体的に誰に売りますか。」と質問するでしょう。そうです、そこが最も問題なんです。社内ベンチャーの事業計画を提案する時は、我々は富士通の社員で、皆技術屋で、営業ではありませんでした。従って、具体的な顧客は限られてしまいます。丁度都合の良いことに、当時富士通カンタムデバイス(株)(FQD)では、少量多品種の各種増幅器を終息しようとしていました。その終息品を貰い受け、自主開発品が立ち上がる

(図2) 当初の開発計画

2. 当社がターゲットとする市場
 - イ. 開発途上国向けワイヤレスローカルループシステム (0.9, 2.4GHz)
 - ロ. DDI方式PHS基地局
 - ハ. 不揮発性メモリ基地局
 - ニ. 2.4GHz無線LAN
 - ホ. MCA無線
 - ヘ. 船舶レーダー

3. 開発品目、浸透する製品

開発品	OEM製品
イ. PHS基地局用アンプ	イ. LバンドMIC
ロ. 90MHz, 50Wアンプ, 150Wアンプ	ロ. 船舶レーダー用フロントエンド
ハ. 2.4GHz, 50Wアンプ, 150Wアンプ	ハ. VSAT用MIC, アンプ
ニ. 2.4GHz, LAN用MIC, LANカード	ニ. 通信用アンプ
ホ. 双方向ページ	

* OEM製品とは、現在FQDを通じ外部に製造委託している製品で、FQDに代わってOEM製品の管理を行う。

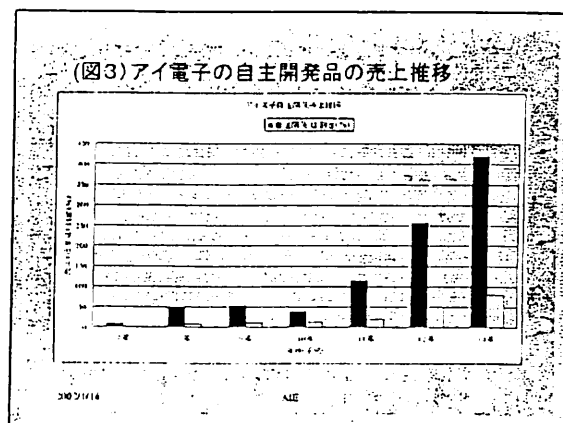
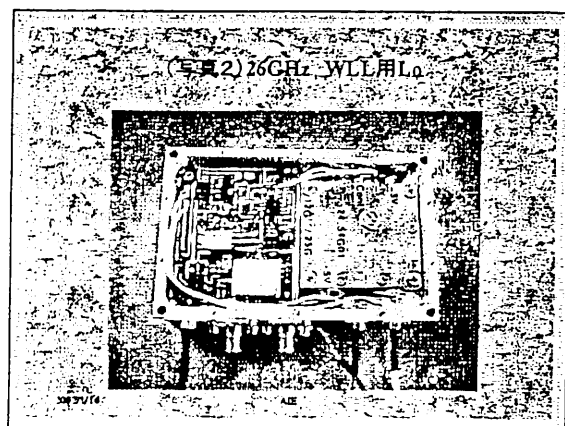
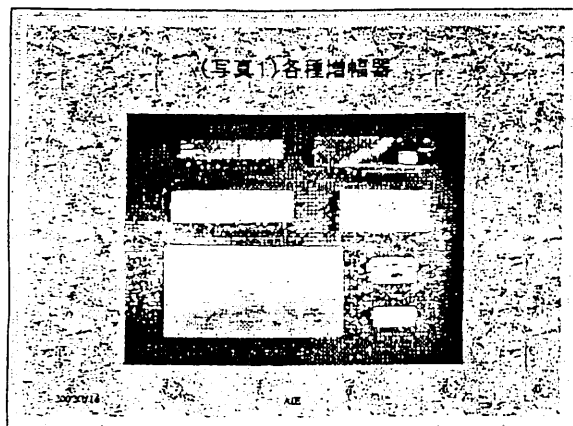
4. 本会社の特長 (差別化のポイント)

- イ. MIC技術を広範囲に適用
- ロ. Just in Time Design
- ハ. Fabless Company
- ニ. 世界一の富士通化合物半導体使用

がる2-3年、それで食いつなごうと計画しました。もう一つは、社内ベンチャー制度では、テーマによっては、富士通より開発費がいただけるので、それを利用し、顧客からFQDに開発依頼があるが、FQDでは開発したくない品種の開発を行い、FQDを通じて販売する品種も加える事にしました。

この二つの、リスクヘッジは、幸か不幸か的中し、我々の事業を5年程支える事になったのです。図3に自主開発品の売上推移と、全売上に占める自主開発品の割合を示します。自主開発品の売上拡大は、我々の当初予想より3年程遅れてしまいました。特に当

初開発した、自由文ページングシステムや、不感地帯用無線中継システムは、end userへ直接販売する製品であり、製品は優秀でも、我々の脆弱な販売組織では事業としての成功は、困難を極めてしまいました。その後、①MRF 殿や PTM 殿のような当社を良く理解し、技術力も高い商社との連携。②end user 対象から、大手通信会社への部品、サブシステムの供給を主力とする。と言う戦略の変更によって、ようやく、自主開発品の売上の拡大が始まる様になりました。(図3) ご参考までに、現在の当社の製品群の一部を(写真1, 2, 3)に示します。



4. 「ヒト」について

「ヒト」についての当初の戦略は以下のようなものでした。

- * 長年の経験により蓄積したノウハウ、技術を有する、無線技術者と化合物半導体技術者の連携により、下記の特徴をいかし、スピードとコストパフォーマンスで、大会社に対抗する。
 - ・ MIC 技術を広範囲に適用
 - ・ Just in Time Design
 - ・ Fabless Company
 - ・ 世界最高レベルの富士通化合物半導体使用

この戦略は極めて有効に働きつつあります。日本の会社は、強い縦型組織のため、無線技術者と化合物半導体技術者が、対等に連携した会社ないし事業部は、ほとんどないように思われます。従って、化合物半導体を使用した、無線回路部品の開発では、大きなメリットになっています。MWEの時代を経て、富士通殿のみならず、日本のほとんどの化合物半導体メーカーのご協力を得て仕事を進めうる事は、本当に有り難い事と感謝しています。Fabless Company は、時代を先取りしたものであり、しかもフィリピンや韓国、台湾での部品調達、組立作業により、少量多品種のコストパフォーマンスを極めて高いものにしています。勿論本会員の小山社長など、多くの人的ご協力あっての事です。そして何よりも、無線回路技術と言う、アナログ技術の粹のような分野では、長年の経験を持った第1級の技術者の力がものを言う事が理解され、多くの顧客の信用を得つつある事が、最も大きな武器となって来ています。

ここでも社内ベンチャーのメリットがありました。富士通殿を始め、関係各社より、人材派遣の申し出があり、数人に来ていただきました。特に事務関係の人材については、人脈がないだけに、極めて有効で、有り難い事でした。経理については、今でも不定期で、見ていただいているため、小さい会社にしては、きちんとした処理が出来ていると自負しています。

このように、技術の蓄積を持ったシニアが、自身のライフスタイルに添った仕事を続ける内、一つの岐路に立たされました。世の中厳しくて、いくらライフスタイル型ベンチャーと言っても、競争に勝っていかなければなりません。そのためにはある程度の会社の拡大と、若い人のエネルギーがぜひとも必要です。それが出来なければ、過去の経験の切り売りで、細々と生きていくしか道はないのです。

創業3年目くらいから人材募集を始めました。しかし、創業3年程度のどこの馬の骨か分からない企業に人材は集まりませんでした。1回100万円の人材募集会社への費用は、煙と消え、幾多の悲哀を味わう事になりました。たとえ希望者がいても、弊社の技術力との能力の差は歴然で、両者にとって幸せな解にはなりません。そうこうしている内に、日本経済はバブルが弾け、世の中は、急激な変動の波が押し寄せてきました。

「良い大学をでて、大会社に就職し、課長、部長と昇進し、末は社長になる。」と言う大方の学生、特に母親がもつ、寄らば大樹の考え方が、まともに逆風を食らう事になりました。このような変動する社会の中で、弊社を希望する若い人達に、どうしたら、夢と希望を持って働いてもらえるだろうか、と考えて、行き着いた先が「電子職人の集団」でした。若い求職希望の人には、私はいつもこう言っています。「弊社は待遇も良くないし、(実際はそうでもない!)会社の知名度があるわけでもない。君たちにしてやれる事は、世界的な技術者が、君らの腕を付けさせてやる事だけだ。そのためには、最低5年の辛抱が必要だ。師匠と弟子の関係だ。この苦しい修行に耐えるならば、必ず何処へいっても通用する技術者になり、その腕で生きていく事が出来る。」この数年我々のこのような考え方に共感を持って若い人たちが、増えているようで、人材募集すると、い

いわゆる有名大学卒中心に、もったいないくらい多くの希望者が殺到する状態となりました。ご参考までに、弊社の人材募集の広告を（図4）に示します。

回路技術者補助 ★はじめての人も大歓迎です。

※月給20万円以上 ※経験・年齢・能力・前給を考慮し、話し合いのうえ、決定します。

電子職人って何だろ。

●職人という大工さんや左衛門さんなどを思い浮かべませんか？ところがエレクトロニクスでも職人並を求められる分野があるので、ちなみに電子回路といわれるものにはデジタル回路とアナログ回路があります。デジタルは0か1の世界ですがアナログは0.15158...といった切り切れない世界です。このようなアナログの世界は奥の奥し奥しがはつきり出ます。例えば奥の奥の奥の奥が引っぱりだこの奥に奥の奥のアナログ回路技術者は一生まいつぶれていきます。

●当社は富士通系ベンチャー企業として生まれた会社で、従来の新しい移動体通信の分野で各種電子回路を開発や加工して世界的な回路技術者だった人たちが中心となって、遊んでいまして、この奥の奥の奥の奥を遊ばせてあげたいという気持ちで、Tからあなたの成長を望んでいるわけですね。

意欲のある人、物作りの好きな人、器用な人向いています。

君のやる気に応じて、一流の電子職人が君に技を伝授します。

▶ 東京都品川区荏原、東京都町田所
 ▶ フレックスタイム制(標準労働時間8時間)
 ▶ 完全週休2日制(土曜・日曜)、祝日、夏季休暇、年末年始休暇 ○年間休日124日
 ▶ はが年末有給休暇(初年度10日、次年度20日)
 ▶ 男性 高卒以上、20～40歳位までの方
 ※未経験の方、歓迎いたします。

▶ 事務に電話連絡のうえ、履歴書(写真貼付)を郵送ください。なお、今月17日～17日は夏季休暇となっております。ご連絡は、夏季休暇の前にお願いたします。

▶ 面接日・入社日はご相談に応じます。なお問い合わせ、歓迎いたします。何かご不明な点がございましたら、お気軽にご連絡ください。

▶ 移動体通信用各種RFモジュールの開発・製造・販売、マイクロ波増幅器の開発・製造・販売、各種通信機器の開発・製造・販売

▶ 荏原/東急池上線「戸越駅」下車、11分

▶ 町田/小田急線・池袋線「町田駅」下車、11分
 ▶ 26系統(野田線東行き)乗車、「高尾駅」下車、11分
 ▶ または池袋線「野辺駅」より車で5分
 ▶ 昇給年1回、賞与年2回、通勤交通費全額支給、各種社会保険完備、家族・育児手当

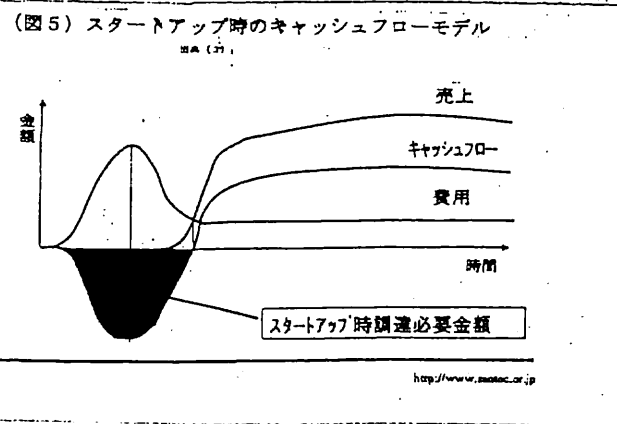
アイ電子株式会社
 〒194-02 東京都町田市南町615(本1)
 (0427)93-4989

(図4) アイ電子求人広告

このように、弊社は、現在ではシニアはシニアなりの、若い人は若い人なりのライフスタイルを提供する場となっています。お世辞半分ですが、ご来社いただいている方々から、弊社の若い人がきびきびした動作で働いているとの評価をいただいています。

5. 「カネ」について

(図5)にスタートアップ時のキャッシュフローモデル(3)を示します。創業時には、当然の事ながら、創業費用がかかります。主なものは・会社設立費用・事務所賃貸の敷金等・机、戸棚等什器類・電話fax、コピー機、IT関連機器などです。しかし何よりも、売上上がるまでの、測定器を中心とした初期投資、人件費を中心とした開発費用が大きな割合を占めています。私は、まずはこのスタートアップ時の費用を出来るだけ縮小する事が必要と考えました。その後の資金繰りに大きく影響するからです。測定器は、富士通殿の不要資産を出来るだけ活用するか、中古品を探すなどを心がけ、什器類はリサイクルショップを最大限に利用しました。3.5万円のFAXはいまだ健在です。



社内ベンチャー制度では、この面では、威力を発揮します。弊社の場合には、①資本金の49% ②金額は言えませんが初期にしては結構な開発費用 ③スタートアップには十分な運転資金枠 をいただきました。また、地味ではありますが、富士通殿の常務会決議により、富士通グループ各社殿より、関係会社並の支払い条件の適用を受けてい

る事は、その後の資金繰りに大きなメリットとなっています。

ただ運転資金については、枠があっても例によって、大企業特有のああでもない、こうでもないが始まって、必要な時に、即時借入れが困難のため、現実には国の信用保証協会の保証による借入れが借入金を中心になっています。

次に、いつの事になるか分かりませんが、弊社の急拡大期を迎えた時の資金調達について、考えておかなければなりません。上場により、市場から調達する事が、一般的ですが、ライフスタイルを変えずに、上場会社を運営できるかなど、上場の場合の問題点も、多々あります。先輩諸氏の経験を学ばせていただきながら、検討を進めていかなければいけない問題と思っています。

6. あとがき

日本経済は、少しずつ沈没しています。一方、インターネットの発達は、世界市場を一つの土俵にして、世界中の人たちが、日夜競争を繰り広げると言う、過酷な環境を作りつつあります。その中で、日本が沈没していくと言う事は、この過酷な競争に負けていく事です。それにも関わらず、浮かれている日本の現状を見ると、旧約聖書「出エジプト記」にある、モーゼがシナイ山に行っている間に、金の子牛をあがめて飲めや、歌えの浮かれた日々を送っているヘブライの人々を思い出させます。今こそ、日本にモーゼと十戒が必要なかもしれません。

さて、世界の市場が一つに凝縮されていく時、日本が勝ち進んでいく条件は何でしょうか。一つには、民族の持つ特質あるいは、優位な素質を、活用する事ではないかと考えています。一つの特質は、左甚五郎のような、自分の技術を磨いて磨いて磨きぬいて、信じられないような精度でモノ作りする能力です。それを電子の世界で実現しようと言うのが、弊社の考え方です。「デジタル3年、アナログ5年、無線回路は15年」と言う無線技術の世界では、このような日本人の素質が、世界に通用するに違いないと言うのが、私のお守り札になっています。また私達のライフスタイルに通じる事でもあります。

日本の中で、色々なライフスタイル型ベンチャーが咲き誇り、それが、日本経済の底辺を形作り、再生への足がかりになる事を願って、小生の拙い一文の纏めとしたいと思います。

以上

参考文献

- (1) 伊東正展「知的中小企業創業のすすめ」BREAK THROUGH1999.11p16
- (2) 伊東正展「ベンチャー事業事始め」電通誌 Vol.81No.1 pp2-6 1998.1
- (3) 五十嵐伸吾「ベンチャービジネスを取り巻く環境」2001.11.2 講演資料

第2回ベンチャービジネス講演会にあたって

柴富 昭洋

Mwe シニア会の創設メンバーの一人であります、アイ電子株式会社、代表取締役社長の伊東正展氏から、Mwe シニア会主催の第2回ベンチャービジネス講演会の講師の快諾を得て、“アイ電子の7年—ある社内ベンチャーの創業7年目の検証—”の演題を頂いた折、運営委員一同喜びに沸いたことを記憶しております。あのお歳（失礼）でVBを起業して、しかも順調に業績が伸びていることを、身近にいる伊東氏から直接詳細にお聞きすることは、シニア会メンバーにとって誇りであると同時に、勇気と希望を与えてくれるものではないでしょうか。当コラムでは、伊東氏がVE起業に至るまでの経緯と伊東氏ご自身のご紹介をほんの一部ではありますが会社時代の後輩から報告して、ご講演の一助に致したいと思えます。

富士通がガリウム砒素 (GaAs) MESFET を本格的に製品化を開始したのは、確か20数年前に遡ること、無線事業部が超多重無線装置の全固体化を目指した時からである。当時10W、100W出力の2種類のデバイスが要求された。事業部からは伊東技術部長、平野裕氏等の技術部隊と、研究所から福田氏（現富士通カンタムデバイス(株)社長）や小生等開発部隊と連日連夜の製品化に向けた会合が数年に及んだ。両デバイスの製品化が大成功の内に終了して、全固体化超多重無線装置が完成した。そして社内表彰の栄誉を頂いた。更に福田氏が事業部に移って、伊東部長と良きパートナーを組んで、GaAsMESFETの様々な製品化を加速していった。RCA向けの全固体通信衛星用の想像を絶する、数年に渡るデバイス特性改良、信頼性試験をクリアして、はじめてGaAsMESFETが衛星に搭載された。この時から、GaAsMESFETが通信分野の技術者に認知されたばかりでなく、伊東部長をはじめとする技術部門に大きな自信をもたらしたこととと思っている。GaAsマイクロ波デバイスの開発が進むに従い、デバイス技術者ばかりでなく、デバイスを使用するシステム技術者の協力が、新製品を開発するのに必要不可欠であるとの考えから、当時研究所の無線システムの研究員であった伊東氏と同窓の新井氏（現アイ電子専務取締役）に白羽の矢が刺さった。今でこそシステムLSIなど、LSI開発にシステム屋が入り込んでいるが、十数年前にこの事実を見越して、マイクロ波デバイス開発の分野で手を打ってきた伊東氏の技術者としての先見の明があったことに驚嘆を覚える。その後山梨エレクトロニクス（現富士通カンタムデバイス(株)本社）の創業立上と世界一の化合物半導体工場を実現した、代表兼工場長として、経営手腕を発揮された。伊東氏は、富士通カンタムデバイス(株)が、化合物半導体分野で世界に冠たる企業までならしめた功労者の一人といっても過言ではない。

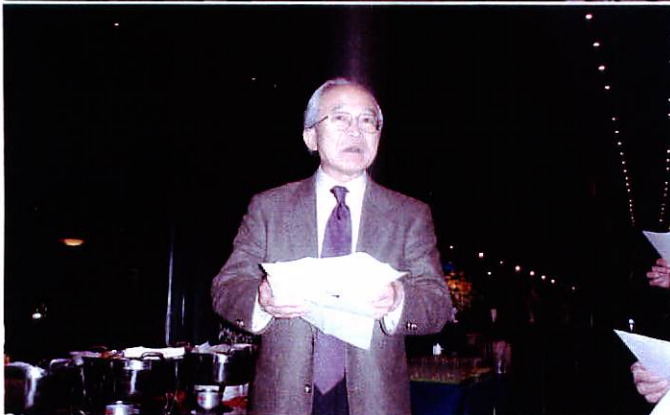
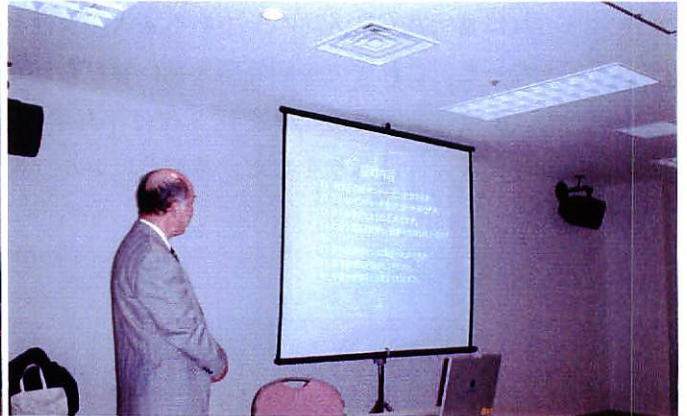
伊東氏のほんの一部をご紹介しただけで、技術者として、また企業経営者としての本質を兼ね備えていらっしゃるがよくわかります。この様な状況から、富士通の社内ベンチャーに応募して、高い評価を得て、今のアイ電子(株)を起業して、成功に導いたのもうなずけることである。これから先は、ご講演を思い出して頂くか、ご講演資料をご覧になって頂きたい。

付：社名アイ電子は新井氏、伊東氏の頭文字

以上

第12回 Mwe シニア会講演会・「利き酒会」忘年会開催

12月11日(火)、パシフィコ横浜展示ホール会議室にて、伊東正展氏によるベンチャービジネスに関するご講演があり、続いてレストラン「VAGUE」にて、利き酒会・忘年会が開催された。栗井郁雄先生から「利き酒の心得」について、明快な講釈があり、ご推奨の銘酒（純米大吟醸 信濃薫水など4品）を嗜み、懇談が行われた。



第3回 Mwe シニア会ゴルフ大会 (幹事) 平井 克己、奥野 清則

第3回 Mwe シニアゴルフ大会は11月10日(土)、静岡県富士宮市の富士宮ゴルフクラブで開催された。前日から早朝にかけ激しく降り続いた雨は、スタート時には傘も必要ない程にあがってきた。皆の祈りが通じたようである。参加された会員は伊東、奥野、北爪、久崎、酒井、柴富、平井、堀、松本、山下の10選手、それに富士宮GCメンバーである4人の女性ゲストと1人の男性ゲストを迎え、総勢15名の華やかな大会となった。これまで毎回優勝候補に挙げられながら実力を発揮できないでいた柴富選手が初の栄冠を飾った。2位は前回優勝の堀選手、3位は平井選手。平井選手は毎回ステディな成績を残し、本同好会3人目のシングルの仲間入りをした。懇親会はゴルフ場に隣接する、新築なった北爪邸で賑やかに行われた。



<表彰選手>

優勝	柴富昭洋	Net 79 (Gross 100)
準優勝	堀 重和	Net 81 (Gross 87)
第3位	平井克己	Net 84 (Gross 94)
ドラコン	OUT No.5 (ゲスト) 伊藤 勝千	260Y
	IN No.12	平井 克己 225Y
ニアピン	OUT No.3 (133Y)	松本 巖 1.20m
	IN No.14 (132Y)	松本 巖 3.62m

＝次回大会予定＝

3月17日(日)

立川国際カントリー倶楽部
(東京都あきるの市)

＝ゴルフ同好会会員募集のお知らせ＝

これからゴルフをはじめようという方も大歓迎です。ゴルフを通してさらに楽しい輪を広げませんか。幹事までご連絡ください。

E-mail: okuno@lab.jrc.co.jp

このページでは囲碁同好会基会の報告に加え、会員からの寄稿をご紹介します。

囲碁随想

大相撲初場所は若い力士の台頭で久しぶりにテレビ観戦にも熱が入った。相撲の最大の魅力は何といっても立会い直前の緊張感であろう。力士の気合がテレビの画面からさえ感じられる。勝負は一瞬でもそれはそれでいい。その緊張感を台無しにしてしまうのが「待った」である。テレビカメラは時に、土俵下の検査役の苦い顔をアップに映し出す。

囲碁では勿論「待った」は許されないし、制限時間内に着手しなければ、たとえ1秒遅れても即座に負けを宣告される。しかしわれわれの暇つぶしの碁ではしばしば「待った」が登場し、落語のネタにもなっている。囲碁を題材にした落語はいくつかあるが、「笠碁」は最大の傑作であろう。囲碁を少しでも知る人なら、作者の心理描写の巧みさに感嘆するに違いない。

登場人物は、明確には説明されないが、隠居した商家の旦那と出入りの商人と思われる。碁敵である。さっそく出入りの商人をつかまえて話題は碁に移る。旦那は理窟や説教が好きとみえ、

「碁なんてものは数打ちゃいいものじゃない。それに『待った』なんかありません。それがよくない。だから腕が上がらない。『待った』なしで打つと一目置くにもその石に対して考えなしでは手がおろせない。自然と、腕のほうも上達をする。」

と例によって説教をする。そして「で、どうです？今日はあなたと待ったなしで手合わせをしてみようと思うんだが…」と提案する。出入りの商人は受けて立つが、どうもこちらの方が上手らしい。

「う、うん。こりゃまずいところへ打たれたな。その一目で、こっちが死んじゃう…どけてください」「え？『待った』ですか？」「いやいや『待った』ってえわけじゃあない。『待った』ってわけじゃありませんが、ちょっと都合が悪い」

「待った」「待てない」から言い争いになり、旦那は碁とは関係ない昔の話を持ち出す。

「こっちだって無理に待ってもらおうってわけでもない。しかし、あなたがそういう心持ちならこれから先、長いお付き合いはできません。— おまえさんだって以前のことを思い出すこともあるでしょ。そりゃ、この節はたいそう様子がよくおなりになった。定めしお金もおできになったんでしょ。けど、よもや5、6年前のことは、お忘れじゃあないでしょ。うちへいらして、今日はこれだけ拝借願いたい。こういうもんを仕入れるのに、これだけ足りないからご都合が願いたいと、何度いらっしゃいました？そのたんびにあたしが嫌な顔ひとつしましたか？ご用立てた金が滞ったことだって一度や二度じゃないでしょ。そのときに『待ったなし』だなんてことを、一度でもあたしが言いましたか？」

結局ここで喧嘩別れをしてしまうのだが、時が経つにしたがって寂しくもなり、雨でも降れば暇を持て余し、喧嘩してしまったことを後悔する。

「することはなし…こういうときにあいつが来ればいいんだ。来やしめえ。あれだけの喧嘩しちまったんだから。『待ったなし』と言い出しといて『待ってくれ』って言ったんだから、確におれの方が悪い。けどあいつも強情だよ。たったの一目ぐらい待つがいいじゃないか。あれさえ待ってくれりゃあ…。なんだ？婆さん。退屈でしょう？退屈かどうか、見りゃわかるでしょう。…」

表には登場しない婆さんとのやり取りも碁好きの心理を見事に描写する。出入り商人も同様に、ひどい雨の日、ついに我慢しきれなくなる。女房が傘を持って出かけてしまったので蓑笠の姿で旦那のところへ出かけていく…。

昨今の経済情勢も「待った」ができればこんなにはならなかった。人生も「待った」ができればまったく違った展開になったはずである。しかしそれが「幸せ」に結びついたかどうかは分からない。「待った」はできない、先は「神のみぞ知る」だからこそ人生は面白いのかもしれない。

(文：平井克己)

囲碁同好会へのお誘い：囲碁をまったくご存知ないかたも大歓迎です。幹事にご連絡ください。次回の例会は2月16日（於）新宿「天元」です。

Mwe シニア会行事の状況と今後の活動計画

★ 第13回講演会と燻製パーティーの開催案内

下記のようにMwe シニア会の第13回目の行事を行いますので、会員の皆様におかれましては、お誘い合わせ多数ご参加下さるよう案内致します。

日時：2002年3月30日(土) 11:30~16:00

場所：新井亭

(1) 講演会

演題：「シリコンバレーとベンチャー」

講師：田辺 英二氏：

エー・イー・ティー・ジャパン(株) 社長

(2) 燻製パーティー (ワインなどの持ち込み歓迎)

(3) 参加費 5000円 (同伴者 3000円)

詳細は追ってお知らせします(申込み先：井下)

★ 囲碁同好会・ゴルフ同好会へ参加のお誘い!!

会員のより一層の親睦を深めるため、囲碁同好会およびゴルフ同好会の開催を計画しております。初心者でも歓迎いたしますので、ご参加をお待ちしています。(問い合わせ：北爪、平野、平井、奥野)

Mwe シニア会 会員の加入状況

Mwe シニア会に新しく武田 茂氏が入会されました。2002年1月末現在、個人会員49名、賛助会員2名(個人1、法人1)となりました。

年度目標会員数を、55名(個人)としており、会員数の拡大にもご協力願います。

武田 茂

日立金属(株)

会員名簿 (五十音順・敬称略)

赤田 邦雄 <k-akada@midoriya.co.jp>
新井 陽一 <arai-aie@mb.asmnet.ne.jp>
栗井 郁雄 <awai@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp>
井下 佳弘 <ishita.yoshihiro@aa.anritsu.co.jp>
石田 修己 <ishida@isl.melco.co.jp>
石原 浩行 <ishihara-mihs@msc.biglobe.ne.jp>
井田 雅夫 <ida@murata.co.jp>
伊東 正展 <itoh-aie@mb.asmnet.ne.jp>
上野 清 <k-ueno@beach.con.ne.jp>
植之原 道行 <muenohara@mvh.biglobe.ne.jp>
大友元春 <ohtomo@cc.teu.ac.jp>
奥野 清則 <okuno@lab.jrc.co.jp>
小淵知己 <tobuchi@mva.biglobe.ne.jp>
影山 隆雄 <t-kageyama@bx.jp.nec.com>
春日 義男 <y-kasuga@bu.jp.nec.com>
風神 裕 <yutaka.kazekami@kama.melco.co.jp>
片木孝至 <katagi@neptune.kanazawa-it.ac.jp>
北爪 進 <kitazume@mx.mesh.ne.jp>
久崎 力 <kyuzaki@mtg.biglobe.ne.jp>
許 端邦 <kyo@kyolab.ee.kanagawa-u.ac.jp>
紅林秀都司 <kurebayashi@wave.spc.co.jp>
加藤 吉彦 <ykato@jaros.or.jp>
小林 禱夫 <yoshio@reso.ees.saitama-u.ac.jp>
小牧 省三 <komaki@comm.eng.osaka-u.ac.jp>
小山 悦雄 <koyama@tecdia.co.jp>
酒井 正人 <sakaimst@mub.biglobe.ne.jp>
佐藤 軍吉 <gunkichi.satoh@j-phone-east.com>

柴富昭洋 <sibatomi@tarucha.jst.go.jp>
関 周 <sseki@stc.sekitech.co.jp>
高橋 弘 <sanken@pop21.odn.ne.jp>
武田 茂 <Shigeru_Takeda@hitachi-metels.co.jp>
遠山嘉一 <yoshi-toyama@jp.fujitsu.com>
百々 仁次郎 <j-dodo@nifty.com>
内藤 喜之 <RXS06633@nifty.ne.jp>
名村 久機 <h.namura@fmt.ts.fujitsu.co.jp>
西川 敏夫 <nishikwa@pearl.ocn.ne.jp>
橋本 勉 <t-hashi@media.teu.ac.jp>
平井 克己 <ktm-hirai@eagle.email.ne.jp>
平地 康剛 <hirati@to.fqd.fujitsu.co.jp>
平野 裕 <hirano@to.fqd.fujitsu.co.jp>
堀 重和 <shigekazu.hori@toshiba.co.jp>
牧本 三夫 <makimoto@mrit.mei.co.jp>
松本 巖 <imatsumoto@stc.sekitech.co.jp>
三島克彦 <katsuhiko.mishima@glb.toshiba.co.jp>
水品 静夫 <smizu@mail.yaramaika.ne.jp>
山下 榮吉 <yamashita@mth.biglobe.ne.jp>
山下 與慶 <itoh-aie@mb.asmnet.ne.jp>
米山 務 <yoneyama@tohtech.ac.jp>
脇野喜久男 <wakino@murata.co.jp>

賛助会員

関 周 (個人) <sseki@stc.sekitech.co.jp>
アイ電子(株)(法人) itoh-aie@mb.asmnet.ne.jp

MWT

microwave technology

Quest

マイクロ波関連技術の現状を探る

GaN系高周波、高出力デバイスの技術トレンド

科学技術振興事業団 柴富昭洋

バンドギャップが大きい、融点が高く物理的強度が高い、高耐電圧性をもつ、熱伝導率が高い、電子の飽和速度が大きい、誘電率が小さいなどの物性をもつことを特徴としている。特にGaNはSiやGaAsに比べ飽和速度が大きいこと、高電界まで電子の速度が増加することを特徴としている。また、ワイドバンドであることと衝突イオン化係数が高い¹⁾ため絶縁破壊電圧が高く、高電圧印加で大電流が流せ、高出力化の可能性を秘めている。

1. はじめに

GaN系電子デバイスの研究開発は、十数年前から盛んになってきた。特に、青色LEDや短波長LASERなどの光デバイスは大きな産業までに育ってきた。一方GaN系高周波デバイスの研究開発は、90年代初頭から米国の大学²⁾を中心に盛んに行われてきた。ここ数年、国内³⁾でも研究開発が活発に行われるようになった。現在、高周波半導体デバイス(マイクロ波)の市場は、GaAs系FET、HEMTが席巻している。このデバイスに対してさらに高出力、高効率、高直線性、生産性、高利得性、対環境性、低価格化の要求のもとに、GaN系高周波デバイスの研究に目が向けられるようになった。この理由は、GaN結晶の持つ物性特性がSiやGaAs物性特性より優れた特性を多く持ち合わせており、SiやGaAsデバイスを凌駕するデバイスが実現できるのではないかと期待感からである。

民需市場における高周波、高出力半導体デバイスの位置付けは図1となる。マイクロ波、ミリ波周波数帯のGaAsパワーデバイスよりも高出力領域がGaNデバイスの占める領域と考えられる。図2は無線アクセスの動向である。近い将来のGaN系デバイスの応用は第4世代移動体通信の基地局への応用が有望と考えられる。

本稿では、GaN系高周波デバイス技術の動向について述べる。

2. GaN結晶のFigures-of-Merits

既存デバイスのSi, GaAs結晶の物性定数とGaN結晶の比較を表1に示す。GaN結晶はバ

3. GaN系高周波、高出力デバイスの技術トレンド

Zhangなど¹⁰⁾により、pn接合型GaN FETは

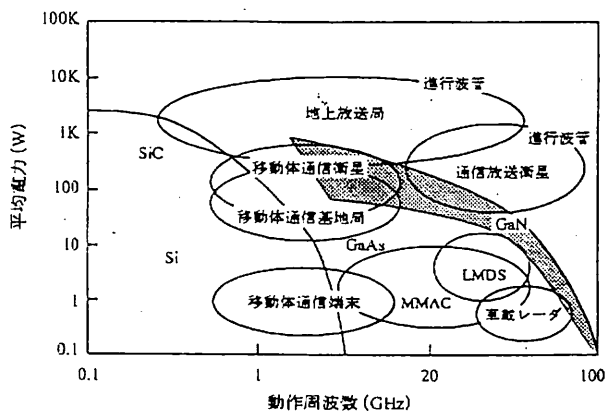


図1 高周波、高出力デバイスの位置付け

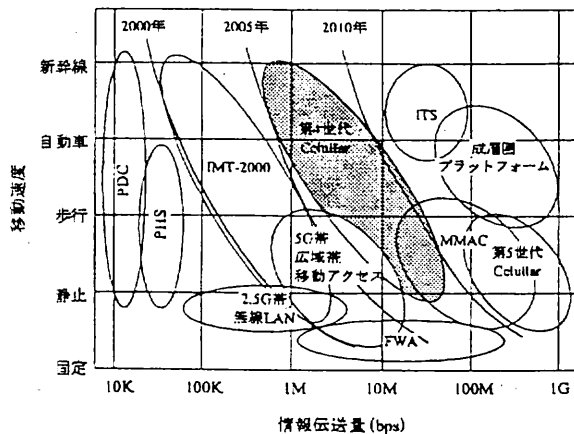


図2 無線アクセスの動向

¹⁾図1, 図2参照: 井上 素氏 電通大共同研究センター主催, 第38回研究開発セミナー講演集, 平成12年11月30日, pp.15-16

表1
各種半導体結晶の物性定数

半導体	Si	GaAs	GaN
バンドギャップ (eV)	1.12	1.43	3.39
比誘電率	11.3	12.0	9
バルク電子移動度 (cm ² /Vs)	1500	6000	1000
2次元電子移動度	—	8500	2000
電子飽和速度 (cm/s)	1 × 10 ⁷	1 × 10 ⁷	3 × 10 ⁷
絶縁破壊電界 (V/cm)	4 × 10 ⁴	5 × 10 ⁴	4 × 10 ⁶
熱伝導度 (W/cmK)	1.5	0.46	1.3
表面電子濃度 (cm ⁻²)	2.6 × 10 ¹²	3.5 × 10 ¹²	2 × 10 ¹²

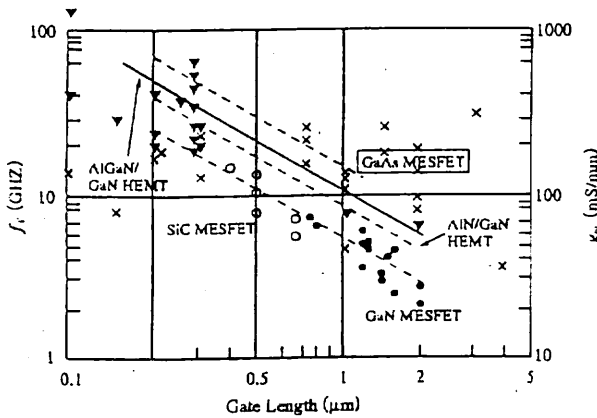


図3.
各種FET, HEMTの f_T , g_m のゲート長 L_g 特性

ン構造と低接触抵抗化により、 $L_g=1.2\mu\text{m}$ 、で $g_m=400\text{mS/mm}$ が得られた。図3にゲート長 L_g に対する遮断周波数 f_T の関係を、今までに 報告されたデバイスの高周波特性としてま とめた。AlGaIn/GaN HEMTの g_m および f_T は GaAs MESFET特性と比べ10~20%程低い特 性を示す。

AlGaIn/GaN HEMTの最も際立った特性は、単 位ゲート幅 W_g あたりのDC電流密度が大きい ことである。Mishraなど¹³⁾が3W/mm (18GHz)、 Shahなど¹⁴⁾が6.9 W/mm (10GHz)を報告してい る。GaAs MESFETが0.2~0.5W/mmであるこ とから、1桁大きな出力を得ることができる。

さらに、ゲート、ドレイン間絶縁破壊電圧 も340V (Wuなど¹⁵⁾)が高耐電圧特性を報告 している。GaAs MESFETと比べて絶縁破壊 電圧も1桁程高い。前記両特性から、GaN系 HEMTは高出力特性に優れていることを示して いる。またAktasなどは300℃までの安定した 動作特性、およびDaumillerなど¹⁶⁾は不可逆特 性ながら800℃での高温動作も報告してい る。GaN系デバイスは高温環境下で安定し て動作することが実証された。

AlGaIn/GaN HBT (ヘテロ接合ポイボータ トランジスタ)は、MaCarthyなど¹⁷⁾により初 めて作られた。npn構造であり、エミッタはSi ドープAlGaIn層、ベースはMgドープのGaN 層、コレクタはSiドープGaN層からなる。 電流利得は3、であり、まだ特性はプリミテ イブな状況である。ベース抵抗、エミッタ抵 抗の低減とデバイスパラメータと素子構造 の最適化で高周波特性が期待できる。

4. GaN系FETのプロセス技術ト レンド

デバイス結晶層構造がGaAs MESFET、 HEMTに酷似しているため、プロセス技術も GaAsMESFETプロセスに似通っている。高 周波特性を向上するために、ゲート電極のリ セス構造、ソース、ドレイン電極のイオン注

サファイア基板上半絶縁性のGaNパップ ー層、Siドープn型GaN動作層、Mgドープp 型ゲート層構造である。 $L_g=0.8\mu\text{m}$ 、で $g_m= 48\text{mS/mm}$ 、 $f_T=6\text{GHz}$ 、 $f_{max}=12\text{GHz}$ 、ソース ドレイン最大電流270mA/mmを得ている。

GaN MOSFETは、Renなど¹⁸⁾により初めて 開発された。サファイア基板のGaN動作 層にMBE法により Ga_2O_3 (Cd_2O_3)を電子銃で スパッタさせてMOS構造を作製した。 $L_g= 1\mu\text{m}$ 、 $W_g=50\mu\text{m}$ で $g_m=5\text{mS/mm}$ と高周波特性 はよくないが、400℃で安定に動作する。し かも35V以上の高耐圧性を示した。

ショットキー型GaN MESFETは、Binari¹⁹⁾ などやYoshidaなど²⁰⁾により開発された。シ ョットキーゲート金属はPVAuである。 $L_g= 1\mu\text{m}$ 、 $W_g=100\mu\text{m}$ 、 $g_m=45\text{mS/mm}$ 、 $f_T=3\text{GHz}$ 、

$f_{max}=22\text{GHz}$ 、500℃の動作を確認した。 FET構造の高周波特性がGaAs MESFETに はるかに及ばないのは、動作層の電子移動度 がGaAsに比べて低いことと、高い浮遊抵抗を 低減することが困難なことに起因している。

この問題を解決するためにHEMT構造のGaN デバイスの開発が積極的に行われた。

AlGaIn/GaN HEMTの研究開発は、1994年イ リノイ大のMorkocのIAP誌²¹⁾へのワイドギャ ップ半導体の論文以降、米国のイリノイ大を はじめ、UCSB大、コーネル大で盛んに研究さ れた。1996年から2000年にかけて多くの成 果が発表された。そして高周波特性を得る ために必要なデバイス構造の最適化とデバ イスパラメータの最適化がほぼ達成された と考えられる。Chenなど²²⁾はセルフアライ

入とセルフアライン構造を採用している。大きく異なることは、ソース、ドレインオーミック電極金属にTi/Pt, Ti/Au, TiAl系金属が用いられ、800~950℃の高温度での急速アニーリングが行われていることである。ゲート金属にはTiN, Ti/Pd/Au, W/Auが用いられている。

5. GaN系デバイスの結晶材料の技術トレンド

デバイス結晶構造を成長するには、MOCVD (有機金属熱分解結晶成長法) とMBE (分子線結晶成長法) が用いられている。将来の結晶品質、生産性を考慮するとMOCVD法が最適と考えられる。

結晶基板には、現在SiC結晶とサファイア結晶が用いられている。SiC結晶はGaN結晶に対して3%の格子不整合がある。サファイア結晶はGaN結晶に対して13%の格子不整合がある。さらにSiC結晶はサファイア結晶に比べ熱伝導率が一桁大きく、高出力デバイス用の基板に適している。しかしSiC結晶は昇華法による結晶成長法で作製されるため、ウェーハの大口径化、生産性に劣る。さらなる研究開発が必要である。

また格子整合のよい、大口径、半絶縁性、生産性の高いGaNバルク結晶の早期研究開発が望まれる。

6. おわりに

GaN系高周波デバイスには、HEMT構造が

最適であることが結論付けられた。また、特性面では、絶縁破壊電圧が高いこと、電流密度を高くできること、高温環境下で安定に動作することが実証された。

既存実用化デバイスを凌駕するには、まだ数多くの課題を抱えている。実用化にあたっては、GaNチャネル層の高移動度化、高耐圧化のためのデバイス結晶層構造の最適化、基板との格子不整合による転移の低減、光応答やヒステシスの原因となる結晶層界面やチャネル層に存在する深い不純物準位の低減、プロセスの再現性、オーミックコンタクトやショットキー特性の信頼性向上、エビタキシャルコストや基板コスト低減などの材料面から、プロセス、デバイスに至る数多くの課題が山積している。少なく見積もってもあと数年はかかるであろう。材料からデバイスまで相互に密接な関係をもった研究開発が要求される。

GaN系デバイスは、SiやGaAsと比べて、数多くの優位性のある特性をもっていることがあきらかになった。実用化にあたっては、このGaNの優位性を最大限に生かした、独自の市場開拓が重要と思われる。

ワイドギャップ半導体GaNは、光デバイスや高周波デバイス応用以外に、Si LSIとGaNデバイスとのハイブリッドデバイスや、MMIC、あるいはナノゲート長デバイスロジックIC時代の救世主になる可能性も秘めている。さらなる、研究開発が期待される。

参考文献

1) ~7) は主として解説
 1) H. Morkoc: *JAP* 76 [3] pp.1363 (1994).
 2) M.A. Khan, et al.: *IEEE Trans. MTT* 41 [10] pp.756 (1998).
 3) U.K. Mishra, et al.: *Solid-State Elec.* 46 [6] pp.754 (1998).
 4) 吉田清輝: 応用物理 68 [7] pp.787 (1999).
 5) 大野泰夫: 応用物理 69 [7] pp.815 (2000).
 6) 大野泰夫: 電子通信学会 84 [6] pp.384 (2001).
 7) 小林直樹: 応用物理 70 [5] pp.513 (2001).
 8) R.J. Trew, et al.: *Solid-State Elec.* 41 [10] pp.1561 (1997).
 9) K. Kunihiro, et al.: *IEEE-EDL* 20 pp.608 (1999).
 10) L. Zhan, et al.: *IEEE Trans ED-47* [3] pp.507 (2000).
 11) M.A. Khan, et al.: *IEEE-EDL* 21 [2] pp.863 (2000).
 12) S.C. Binari, et al.: *Solid-State Elec.* 41 [2] pp.177 (1997).
 13) S. Yoshida, et al.: *JJAP* 37 L482 (1998).
 14) C.H. Chen: *APL* 73 [11] pp.3147 (1998).
 15) P.B. Shah, et al.: *IEEE-EDL* 47 (2000).
 16) Y.F. Wu, et al.: *APL* 69 [10] pp.1439 (1996).
 17) I. Daumiller, et al.: *IEEE-EDL* 20 [9] pp.448 (1999).
 18) L.S. MacCarthy, et al.: *Electronics D. Lett.* 20 [6] pp.279 (1999).

伝送線路より平面回路へ

—平面回路方程式とその適用—

神奈川大学 許 瑞邦

1. はじめに

従来、伝送線路理論は、マイクロ波帯での回路設計に重要な役割を果たしてきたが、現在では、半導体集積回路、マイクロ波集積回路、光集積回路に代表される集積回路では回路素子を平面的に配置して、面積当たりの機能実現密度の向上を図ろうとしている所から、二次元的に広がった回路に適した回路理論(平面回路理論)が必要になってきている。

ここでは、平面回路理論を伝送線路理論に対比して説明し、さらに平面回路を記述する平面回路方程式およびこの平面回路方程式を機能的に取り扱う手法の1つとして、固有モード展開法に基づく考え方を説明する。

2. 伝送線路の構造、平面回路の構造

伝送線路および平面回路の代表的構造を図1に示す。両者の構造は、この他にも各種あるが、動作上での特徴は、前者(伝送線路)では線路断面内に電磁波を閉じ込めるとともに一次元の線路方向(z方向)に電磁波を導波しているのに対し、平面回路では、電磁波を上下に閉じ込めて二次元の面で任意の方向(x, y面)に自由に伝搬させる構造をとっている。

また、電磁波の閉じ込めの仕方については、上下導体金属による電磁波の全反射に基づいて導体金属板間内に閉じ込める方法と、内外の屈折率差による電磁波の臨界角以上の

入射波に対する全反射に基づいて電磁波を誘電体スラブ内に閉じ込める方法がある。前者は平行平板による閉じ込め、後者は誘電体スラブによる閉じ込めということとなる。前者は図1に示す通り平行平板平面回路、後者は誘電体スラブ平面回路を構成する。平行平板平面回路は主としてマイクロ波・ミリ波で、誘電体スラブ平面回路はマイクロ波帯でも使用されるが主として光集積回路で利用されている。

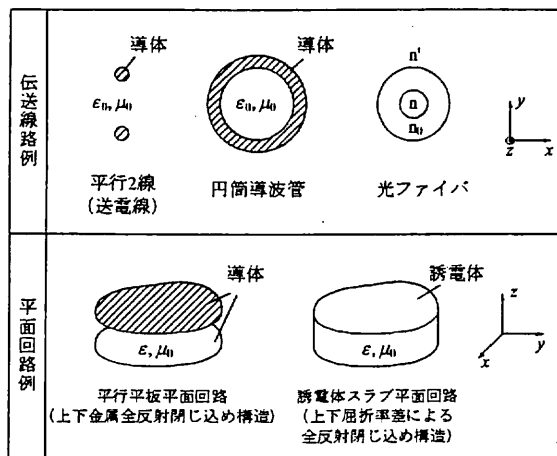
3. 伝送線路方程式と平面回路方程式

図1に示す伝送線路および平面回路の解は、Maxwellの方程式を与えられた境界条件で解けばよいのであるが、ここでは、理論を容易

にするために、平行2線伝送線路および平行平板平面回路を取り上げ、簡単な原理に基づいて回路方程式を導出する。

今、平行2線での電圧・電流は伝送線路上での位置 z 、時刻 t の関数となっている。伝送線路が有する単位長あたりのインダクタンスと電気容量を L_w [H/m], C_w [F/m]とすると、平行2線伝送線路1[m]あたりに鎖交する磁束は $L_w I$ [Wb/m]となり、Faradayの電磁誘導則より、これの時間微分だけ逆起電力が生じるので、単位長当たりの電圧降下として、表1の式(B1)が求まる。また、1[m]当たりの線間蓄積電荷は、 $C_w V(z, t)$ [C/m]となり、電荷保存則により時間微分だけの蓄積電荷増加量は、流れ込む電流により補給されなければならないので、表1で式(C1)を得る。この結果より伝送線路上での進行波の速度および進行波の電流・電圧比である導波路の特性アドミタンスは、式(E1), (F1)として得られる。

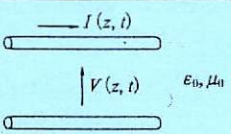
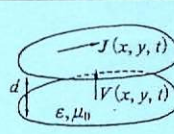
同様に、平行平板平面回路の場合について考える。この場合、面間電圧 V 、面電流密度 J は面の位置 (x, y) と時刻 t の関数となっている。また、平面回路が有する面インダクタンスを L_s [H], 面キャパシタンスを C_s [F/m²]



ϵ_1, μ_1 : 真空中での誘電率, 透磁率
 ϵ_2, μ_2 : 誘電体中での誘電率, 透磁率

図1 代表的な伝送線路と平面回路の例

表1
伝送線路方程式と平面回路方程式

伝送回路 (W)	平面回路 (P)	
		(A)
$\frac{\partial V}{\partial z} = -L_w \frac{\partial I}{\partial t}$ (B1)	$grad V = -L_p \frac{\partial J}{\partial t}$ (B2)	(B)
$\frac{\partial I}{\partial z} = -C_w \frac{\partial V}{\partial t}$ (C1)	$div J = -C_p \frac{\partial V}{\partial t}$ (C2)	(C)
ただし, L_w [H/m], C_w [F/m]	ただし, L_p [H], C_p [F/m ²]	(D)
$v_w = \frac{1}{\sqrt{L_w C_w}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ [m/s] (E1)	$v_p = \frac{1}{\sqrt{L_p C_p}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu_0}}$ [m/s] (E2)	(E)
$Y_w = \sqrt{\frac{C_w}{L_w}}$ [S] (F1)	$Y_p = \sqrt{\frac{C_p}{L_p}}$ [S/m] (F2)	(F)
回路方程式のフーリエ変換 (複素数表示)		
$V(z, t) = \text{Re}\{\hat{V}(z)e^{j\omega t}\}$ (G1)	$V(x, y, t) = \text{Re}\{\hat{V}(x, y)e^{j\omega t}\}$ (G2)	(G)
$I(z, t) = \text{Re}\{\hat{I}(z)e^{j\omega t}\}$ (H1)	$I(x, y, t) = \text{Re}\{\hat{I}(x, y)e^{j\omega t}\}$ (H2)	(H)
$\frac{d\hat{V}(z)}{dz} = -j\omega L_w \hat{I}(z)$ (I1)	$grad \hat{V}(x, y) = -j\omega L_p \hat{J}(x, y)$ (I2)	(I)
$\frac{d\hat{I}(z)}{dz} = -j\omega C_w \hat{V}(z)$ (J1)	$div \hat{J}(x, y) = -j\omega C_p \hat{V}(x, y)$ (J2)	(J)
$\beta_w = \omega \sqrt{L_w C_w} = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ [rad/m] (K1)	$\beta_p = \omega \sqrt{L_p C_p} = \omega \sqrt{\epsilon \mu_0}$ [rad/m] (K2)	(K)

とする (具体的には, $L_p = \mu_0 d$ [H], $C_p = \epsilon/d$ [F/m²]).

$$div A = \left(\frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} \right)$$

今, 平面回路で J [A/m] の面ベクトル電流が流れるとこの電流に鎖交する磁束は, 電流の流れる方向単位長あたり $L_p J$ [Wb/m] となり, Faradayの電磁誘導則により, 電流の流れる方向に沿って, この時間微分だけの逆起電力が生じ, この結果を二次元の $grad$ を次式で定義することにより式 (B2) が得られる。

$$grad \phi = \left(\frac{\partial \phi}{\partial x}, \frac{\partial \phi}{\partial y} \right)$$

また, 平面回路での単位面積当たり蓄積される電荷は, 面間電圧を V [V] とすると $C_p V$ [C/m²] となる。今, 蓄積電荷の単位時間当たりの増分は, 平面回路単位面積への電流流入で補わなければならないので, 二次元の div を次式で定義すると表1, 式 (C2) の関係式が得られる。

この式より平面回路上での進行波の速度および進行波の面電流密度・電圧比である平面回路の面特性アドミタンスは, 表1式 (E2), (F2) となる。

以上の説明をまとめると, 一次元伝送線路方程式と二次元平面回路方程式は, 表1 (B) (C) の2式より成り立つ。前者はMaxwell方程式の $rot E = -\frac{\partial B}{\partial t}$, 後者は $rot H = \frac{\partial D}{\partial t} + J$ の一次元伝送線路版および二次元平面回路版となっている。

もちろんここで述べた伝送線路または平面回路の動作解析は与えられた境界条件と励振条件の下で直接Maxwellの方程式を数値的に解くことにより求めることも可能ではあるが, 状況により伝送線路方程式ないし平面回路方程式に直して, 動作を解析した方が

わかりやすくより見通しもよくまた簡単である。

現在, 計算機資源が大変安価になっているので, 式 (B2), (C2) の平面回路方程式を (x, y, t) の関数として, 図2に示すように平面回路部に電源部, 導波路部, 負荷部を接続した形で直接解くことも可能ではあるが, ここでは, より見通しのよい結果を得るために, 式 (B2), (C2) に対して, 時間軸に関するフーリエ変換を施す。つまり, $V(x, y, t), J(x, y, t)$ が, 時間的に角周波数 ω の正弦波で変化する場合, 表1式 (G2), (H2) に示す変数分離形複素数表示が可能で, 位置座標 (x, y) に関する関係式は表1で (I2), (J2) となる。したがって, 平面回路の面伝導定数は, 表1式 (K2) で与えられる。

同様の結果は, すでに伝送線路方程式に対しても得られており, 平面回路方程式と同様にまとめると表1 (G1), (H1), (I1), (J1), (K1) となる。表1全体を仔細に見ればわかる通り, 平面回路方程式は伝送線路方程式とよく対応していることがわかる。

また, 回路に直列抵抗, 並列コンダクタンスといった損失が導入されたときの平面回路方程式は, 伝送線路方程式と同様に拡張した形で記述することが可能である。

4. 具体的な計算例

平面回路の周囲が開放境界となっているか短絡となっているかで, ストリップ線型平面回路, 導波管型平面回路となる。これらの取り扱いはやはり数値的に取り扱うことも可能であるが, マイクロ波回路の解析・合成の見通しのよさから等価回路を導入する。幸い, 数学での固有値問題の考え方を平面導波路, 平面回路本体部分に適用すると, 各々モード対応の多線条伝送線路, モード対応共振器よりなるフォスタ型等価回路が導出され, また導波路と平面回路の結合は, モード対応多端口理想変圧器で表現される。この

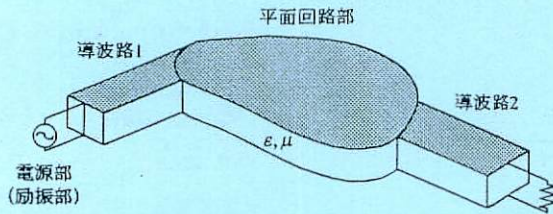


図2
マイクロ回路の一般的表示

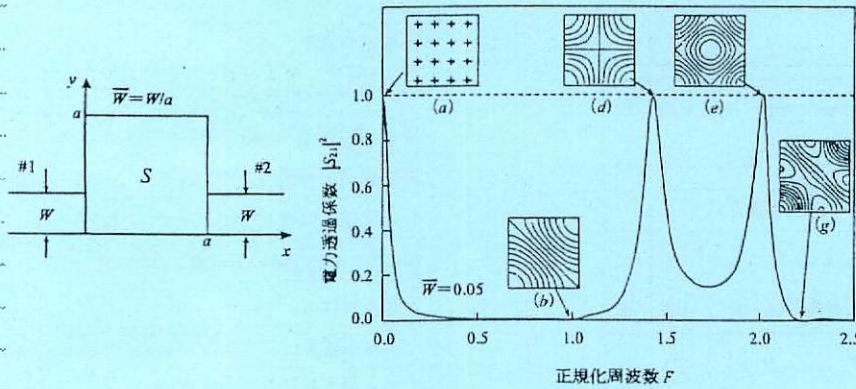


図3
2開口正方形平面回路の周波数特性 ($F=2a/\lambda$, λ : 電磁波の波長)

ようにすると完全に平面回路の等価回路が得られる。

この考え方は、任意形状平面回路に適用できるが、図3に示すように正方形平面回路に
入出力線路が接続したときの入出力特性を等価回路に基づいて計算した結果を同図に示す。図3の計算結果が得られる理由は、固有モードという考え方で容易に説明できる。一辺 a の正方形平面回路の固有モードは、 $F=0, 1, \sqrt{2}, 2, \sqrt{5}$ の周波数で近傍で a, b, c, d, e, f, g のモードが強く励振され、出力側でこれらのモードと結合している場合には、ほぼ100%と透過出力が得られるが、(b)、(g)のモードは、固有モードの分布より出力線路と結合していないで、透過出力は零となる。

このように固有モードにより平面回路の動作が容易に説明できる上、また固有モードは単に数学上生じる途中の仲介物ではなく、その実在性が確認されているので、固有モー

ド展開による等価回路は、平面回路の解析・設計にたいへん有効であると考えられる。

5. むすび

以上、平面回路に関しての要点を説明した。平面回路の考え方は、現在の集積回路・機能回路が二次元回路に広がった回路となっているので、この種の回路の解析に有用である。また、導波路解析といった二次元的な境界条件をもったMaxwellの電磁界方程式を取り扱う場合、平面回路方程式と同じ定式となり、また、実際三次元の電磁波回路を取り扱う場合にも平面回路的近似はたいへん有用であると考えている。

今後、マイクロ波帯・光波帯での各種高さ方向閉じ込め構造、横方向閉じ込め構造をもった実際の電磁波光波回路に本手法を適用して有用な結果を出していきたいと考えている。

附記

- 私が表題にある平面回路の研究を始めるきっかけは、1969年に東京大学大越孝敬教授が電子通信学会で平面回路という考え方を発表したのに基づいております。その後、多くの方々に教えて頂きました。ここで関係各位へ感謝の意を表するとともに、特に思いもかけず早逝された大越教授に心から感謝したいと存じます。
- 本稿はすでに神奈川県より出版された神奈川県立70周年記念論文集に収められている同題目の原稿を一部割愛追加しております。
- 平面回路の説明は、次の資料に記載されております。
 - 山下榮吉編「電磁波問題解析の実際」第6章固有関数展開法
 - 「平面回路の解析と設計」MWE2001 Workshop Digest [TL1-2] pp.384-399
 - 大越教授の平面回路に関する初期の文献(和文のみ)

- 「マイクロ波平面回路」電子通信学会、研究技報「マイクロ波」、MW68-69 (1969)。
 - 「平面回路」電子通信学会、研究技報「回路理論」、CT68-47 (1969)。
 - 「マイクロ波平面回路」電子通信学会、研究技報「マイクロ波」、MW71-99 (1972)。
 - 「平面回路I, II」電子通信学会誌 1973年1月号, pp.52-57, 電子通信学会誌 1973年2月号, pp.195-200。
 - 「平面回路」三好旦六と共著、オーム社 (1975.4)。
5. 平面回路の文献リストはK.C. GuptaとM.D. Abouzahra共同執筆のI. Itoh編 "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-wave Passive Structure" chap.4 "Planar Circuit Analysis" (John Wiley & Sons, Inc.1989)に詳しい。