

講 演

1997年1月14日 (火)・第86回談話サロン (東京・弘済会館)

講師・題目

伊賀健一:「どうなる日本の半導体・コンピュータの研究開発

─グローバル化か、空洞化か─」

日本工学アカデミー

THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

どうなる日本の半導体・コンピュータの研究開発 ーグローバル化か、空洞化かー

伊賀健一(いが けんいち)

1940年6月生まれ

1963年 3 月 東京工業大学理工学部卒業

1968年3月 東京工業大学大学院博士課程修了

東京工業大学精密工学研究所 助手、助教授を経て

1984年8月

同 教授

1995年 4 月 東京工業大学精密工学研究所長

工学博士

専門分野:光・量子エレクトロニクス

著書:「光ファイバー通信入門」、「半導体レーザ」他

受賞:IEEE Fellow Award, 市村賞、OSA Fellow Award, IEEE ウィリアム ストライファー氏 記念賞、東レ科学技術賞



司 会(戸田情報専門部会長) 今年の第1回目の談話サロンとして、「どうなる日本の半導体・コンピュータの研究開発―グローバル化か、空洞化か―」という題で、東京工業大学の精密工学研究所長の伊賀先生にお話をお願いしたいと思っております。

前回も似たような図をごらんいただきましたけれども、日本工学アカデミーの情報専門部会にきょうの主題であります研究開発空洞化のワーキンググループ、情報工学のワーキンググループ、それから、学術情報ネットワークのワーキンググループがございまして、12月に情報ネットワークのお話を持田侑宏さんが、去年の3月には大須賀節雄先生が情報工学の振興ということで、ソフト問題について議論されました。

研究開発空洞化については、実は2年前、1995年10月に青木利晴さんが中間報告いたしましたけれども、その後の検討状況を踏まえまして、きょうは伊賀先生にお話し願いたいと思っております。

空洞化の対策WGは2つのグループからなっておりまして、半導体のサブグループと、それから、マルチメディアのサブグループです。伊賀先生と青木さんがそれぞれ主査を務めておられます。最

近まとめに入っておりますので、大体一緒になってやっておりますが、一昨年青木さんがお話しになった以降の結果についてお話しするというふうにご理解いただきたいと思います。

伊賀先生は、特にご紹介する必要はないかと思いますけれども、1963年に東京工大の電気をお出になって、68年にドクターコースを終えられ、その後、光の研究をずっとやっておられます。面発光半導体レーザーであるとか、並列のマイクロオプティクスという、光の並列処理を追究しておられる方でありまして、現在、精密工学研究所の所長でいらっしゃいます。

では先生、よろしくお願いします。

伊 賀 ご紹介いただきました、東工大の伊賀で ございます。

しばらく前に、工学アカデミーとパラレルな関係にあります、日本学術会議の、電子工学・通信研連、これからの電子工学、通信工学についているいろ考えていくという、戸田委員長よりのご下命がございました。そのとき、研究所長を命ぜられたりして、何かと時間が足りないなどと申し上げたのですけれども、直々においでになりまして、「それは考えが違う。これから日本の産業というのはいろいろ外国へ出ていくはずで、どうなるかわ

からない。東京工業大学というのは理工系の大学で、企業へ卒業生を出しているわけだから、出す先がなくなるかもしれない。そうなると東京工業大学の存在が危うくなるかもしれないのだからちゃんと勉強しなければいけない」、と申されました。これは大変だ、我々も、例えばシンガポール分校であるとか、ロサンゼルス分校、サンノゼ分校、そういうのを考えなきゃいけないなとさえ思うぐらいの気がいたしまして、このワーキンググループでいろいろ調査をしたり、勉強させていただくことになりました。そのうち、もっとその気配が強くなりまして、これは非常に大変だというふうに思い始めております。

今、ご紹介ありましたように、電子工学・通信 工学、分野を全部カバーするというと大変であり ますので、主に半導体、コンピュータと密接に関 係があります半導体の周辺、これを最初のワーキ ンググループでやってみようということにいたし ました。NTTの青木利晴さんが現在の非常に大 変な問題でありますマルチメディアの方を担当さ れ、最後は一緒になって、これからの日本の電子 工学、通信工学がどうなっていくか、特に海外展 開を迎えて、どういうふうなことになるかという ことをまとめていこうということになりました。

本日はちょっと大仰な題目をつけてしまって申しわけないんですが、半導体、コンピュータ―の分野においても、グローバル化か、空洞化かというのはどういう意味かということです。ともかく、企業はグローバルオプチマイゼーションという形、全世界的に一番いいような状態に最適化していくという努力をされ、そのときに、日本という立場で見たら、空洞化ということが起こるかどうか、これが主題であります。

21世紀の日本が科学技術で食べていかなきゃいけないということがしょっちゅう言われるわけです。ところが、生産というのはどんどん出ていくわけで、日本の研究開発ということ、それがどうなるかというのは非常に重大事であります。御承知のように、科学技術基本法が一昨年できまして、昨年科学技術基本計画が立案され、動き出しております。私ども大学の研究を担当する部分は、そういう意味で、今、国の科学技術政策のサポート

を受けて、今までより格段に多い研究開発費、研究費がいただけるという時代を迎えております。 したがって、大学における次世代のための研究に、 うまくこれを生かしていかないといけないという こと、日本企業の、生産活動、研究開発活動など が、十重、二十重と絡んで、非常に流動的に動い ている時代というふうに認識しております。

ワーキンググループとして何人かのエキスパートに集まっていただいて、ワーキンググループをつくりました。この委員会の委員プラス何人かです。私が主査を務めさせていただいております。NTTの唐津治夢さんに幹事をお引き受けいただいて、実はきょうお目にかけるデータ等もNTTの唐津さんの部できれいにまとめていただいたものです。委員名簿は最後に記してございますが、半導体それからコンピュータの第一線で活躍しておられる方々にお願いし、ワーキンググループを構成してまいりました。

まず、背景の辺から見てまいりますと、図1は 日本学術会議が調査した新規に成長が期待される 産業分野の予測であります。1995年の集計ですか ら、ちょっと時間がたっております。縦に長いほ うが成長率が著しいということでして、薄色のハッ チで書いてあるところが情報通信です。全産業の 中で情報・通信というのが最も期待されていると いう分野であります。あとは新製造技術ですが、 情報・通信分野では、半導体ですと、製造技術、 その他を含む新しい製造技術というのが期待感が 大きいということです。御多分に漏れず、エネル ギー、環境というのも期待感が大きい。それから、

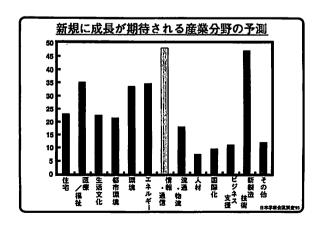


図1 新規成長分野の予測

医療/福祉ということで、バイオ技術のようなものが産業として大きくなるのではないかという予測が立っております。この辺、ブレークダウンしてみますと、情報・通信の辺では、電気があって半導体ですから、石。光があってそれから、バイオの辺は、化学です。期待される分野をあげると、"電光石化"というふうにいわれたりします。したがって、幸いなことに、我々が携わっております、半導体、コンピュータ、通信はこれからの日本を支えていく産業として期待されている分野であります。

電子工業の内訳を見てみますと(図2)、これは 比較的新しい統計だと思いますが、総生産額21兆 円余り。このレポートをまとめる3年前の92年ぐ らいの統計をながめてみますと、15兆円ぐらいだ と言っておりました。私の承知している新聞記事 によりますと、92年ぐらいの段階で、電子産業が 15兆円を超えた。日本の製造業の第1位になった という記事がありました。鉄鋼、自動車を抜いて、 電子工業界が製造業の第1位だという認識があり ました。大きく分けて、そのころ3年、4年前は 大体3分の1ぐらいだというふうに思っておりま した、(1)民間用電子機器、いわゆる家電を中心と するようなカラーテレビとか、VTRとか、そう いったものですね。それに(2)電子計算機、(3)半 導体のデバイス部品のようなもの、およそ大ざっ ぱに見て3分の1というふうに認識しておりまし た。この統計によりますと、やはりコンピュータ を中心とする産業用の電子機器というのが比重が 大きくなっているようです。通信、無線、有線を

含めて、この辺が非常に大きくなっている。それのバックグラウンドとなります電子部品というのも増えているということで、全体的にこの丸い輪が大きくなっているというふうに認識いたします。(注:この統計は総和ベースであり、付加価値ベースではないので、多少の重複があると、後で指摘を受けた)

ちなみに、私が専門にしておりますのは光通信であるとか、光デバイスの部分があるのですけれども、これはエレクトロニクス全体からみるとまだ小さいわけですが、1995年の統計によりますと、約4兆円の売り上げというふうに言われています。全部光というわけではなくて、光が関係している、例えば、CDプレーヤーの中に半導体レーザーが入っていて、レンズが入っていてということなんです。そこの部分だけをとれば確かに小さいのですけれども、そのセット自身は光がないと成り立たないという意味で言うと、4兆円です。

ちなみに、半導体レーザーという発光デバイスですが、1995年の統計で約700億円の売り上げを日本で計上しております。世界的には、それの2倍とか3倍とかになるのでしょうが。それに、成長率が約30%、ですから、いろいろなデバイスの中で、半導体レーザーは、年間30%の成長率を持っていて、小さいながらも有望な研究開発製造分野であるというふうに言われています。

さて、そういった電子工業の中で、研究開発の 海外展開の変化というのをこれから調べていこう というわけなんですが、製造業全部を見てみます と(図3)、1987年、1990年、1993年というふうに、

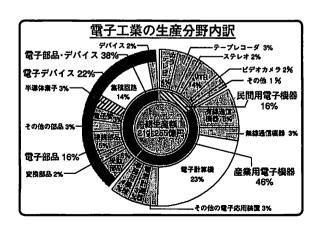


図2 電子工業の生産額内訳(1995年)

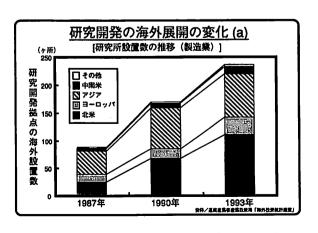


図3 研究開発の海外展開(研究所設置数)

製造業の海外の研究所設置数が増えているということです。北米、ヨーロッパ、アジアを比べると、もちろんアメリカが最も大きいということは当たり前ですが、アジアが比較的大きくなっているようですね。伸び率を見ると、やはり相当外国に研究所をつくっている、海外展開が進んでいるということであります。

研究費の推移でありますが(図4)、研究費べースで見たときに、90年から93年にかけて、1,000億規模でぐんと伸びているわけで、中でもヨーロッパに随分研究費を投入しているということがわかります。今、1997年ですから、最近のデータが出てまいりますと、もうちょっと進んでいるんではないかという気がいたします。

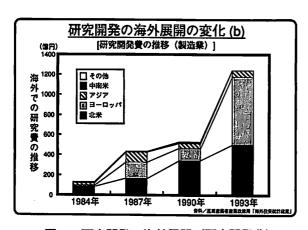


図 4 研究開発の海外展開 (研究開発費)

それで、我々はどうしようかということを、ワー キンググループの最初に考えました。まず、調べ てみないで、想像で物を言うのは危険であるとい うことから、半導体、コンピュータを中心とした 研究開発、それを調査することにいたしました。 人手と時間の制約、それから、全産業、これに関 係する全企業にアンケートをお出ししてというふ うなことが難しいという判断から、日本学術会議 あるいは工学アカデミーに委員を出しておられる 企業、当然大企業でありますが、およそ10社を対 象といたしまして、かなり上層部にお願いをして 調査をいたしました。これは非常に困難な調査で あります。というのは、社業がわかってしまうわ けです。我が社はどういう部門に、どういうふう に海外へ投資しているかというのがわかってしま う。したがって、回答もまちまちになったり、そ れから、我々の問いかけが、パーセントで聞いていたりするものですから、全体的に伸びていくのか、パーセンテージが動いたのかが、ややわからないというふうな、そういう嫌いがございました。しかし、快く調査にご協力いただきまして、7社あるいは8社、ちょっとお答えいただいた部分がずれておりますから、全部というわけにはいきませんが、お答えをいただきました。

図5は社業全部のお答えであります。95年度の売り上げの連結ベースでということです。A、B、Cというのは仮の名前で、ランダムに出してあります。株主総会の資料を見ればどこかわかると思いますけれども、あらわには、なるべくそれがわからないようにという配慮をさせていただきました。

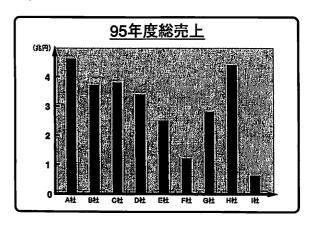


図5 アンケート回答各社の売上(1995年)

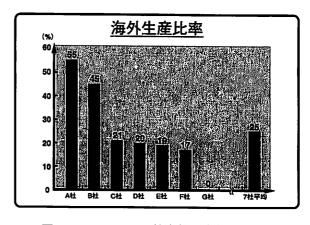


図6 アンケート回答各社の海外生産比率

図6は海外の生産比率なんですが、これも先ほどの総売り上げと1対1の対応がつかないように、ばらしてありますので、A,B,Cの名前が先ほど

のものと1対1に対応してはおりません。ただし、大きいほうから並べてあります。例えば、A社一先ほどのA社とはこれは会社は実は違うわけですけれども、パーセントでいきますと、50%を超えている海外生産比率を持っている。いずれにしても10数%以上海外へ生産比率を移して、平均的に見ましても25%、4分の1が海外生産比率を持っている。これは半導体、コンピュータの分野です。全産業と多少数値が違っていると思います。

それから、今のは生産でしたが、研究開発の海外展開比率を見てみます。図7は、95年のA社から I 社までという会社のスペクトルです。それから、あまり細かい調査をするのには、お答えいただくのに大変なものですから95年と、2000年にどうなるのだろうかというそういう問いかけをいたしました。例えば、10%ぐらいの海外研究開発展開をしているところが、2000年では約2倍ぐらいになるというような答えというふうに見ていただきます。

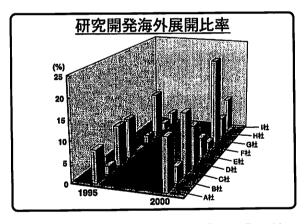
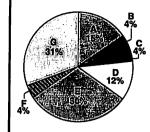


図7 研究開発海外展開比率 (要員又は費用比)

いずれにしましても、各社すべて、2000年、5年後には2倍近いところまでいくということがわかります。全体的にも25%くらいになるかもしれないというわけであります。

では次に、研究開発をなぜ海外でやるのかということです(図 8)。これは全世界ですから、アジア諸国、中国等を含んでいるわけですけれども、Aが人件費が安い。Bが建設経費が安い。Cが、部品とか材料などが安い。Dは電子通信ネットワークなどの情報インフラが整っている。それから、Eが30%というんですが、日本と異なる発想の人

海外で研究開発を行う理由



- A:人件費が安い
- B:建設経費が安い C:部品、材料などが得やすい
- D:電子通信ナットワークなどの情報 インフラストラクチュアが整っている
- E:日本と異なる発想の人材及び そのコミュニティーがある
- F:法的規制や手続き上の問題が 少ない
- G:市場のニーズ・現地生産体制 への対応に有利

図8 海外で研究開発を行う理由

材とコミュニティーがある。Fが法的規制や手続上の問題が少ない。30%以上の答えとして、市場のニーズ・現地生産体制への対応に有利である。いろいろな生産をするに、いろいろな設計、それの対応ということでいきますと、やはり市場のニーズというのが非常に大きいということがわかります。

大学として座視できないのは、日本と異なる発想の人材とコミュニティーがあること。これがやはり我々も最初からおそれた答えであったわけですが、そういうふうな指摘がどうも多いようです。 法規制などはマイナーだという感じがいたします。 こういうことで、研究開発を海外に出している。

ところが、研究開発の海外展開は将来国内の空洞化をもたらすかということなんですが(図9)、研究開発を外へ移しても、国内の空洞化とはならないという答えが30%ぐらい、国内、海外とも繁栄するという答えが70%。したがって、本日の表題の、空洞化になるかどうかということに対して、

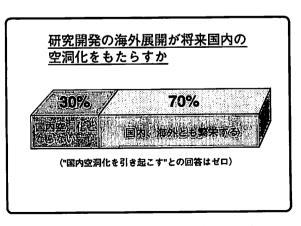


図9 研究開発の海外展開に対する見解

大企業のトップレベルは、国内空洞化を引き起こすということはないという自信に満ちた回答であります。

一番いいのは、こういう30%の、引き起こさないというだけではなくて、共存共栄ということが一番よろしいわけで、そういうことが7割を占めているということであります。

次に、研究開発あるいは社業について、将来の不安要素があるかどうかということなんですが(図10)、電子産業は心強いことに、77%のトップレベルが、社業に不安がないといっています。あるにしても一全くないとは言えないが、解決可能で、半導体については対応策を打ってあると、こうい

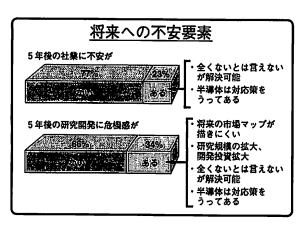


図10 将来への不安要素

うことになります。5年後の研究開発に危機感があるかということに対しては、66%が、ないと答えている。あるにしても、研究開発の不安、危機感ということで見ますと、将来の市場マップが描きにくい、それから研究規模の拡大、研究投資拡大に対してやや危機感があると。しかし、全くないとは言えないが、解決可能である。半導体に関する研究開発は対応策が打ってあるという、大企業のトップの心強い回答でありました。

図11では、半導体技術分野の海外での研究開発 状況を見ております。設問はいろいろなデバイス をブレークダウンしまして、細かく聞きました。 図は代表的なものについて示してあります。例え ば、MOSメモリーですが、1995年の―ミニマム、 マキシマムというのは、マキシマム15%ぐらい、 ミニマムはほとんどないというふうな会社の状況 です。例えば、全部のトータルですが、アナログ

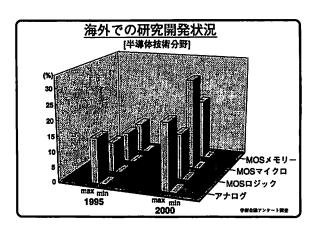


図11 海外での研究開発状況(半導体技術)

の電子デバイスにしてみますと15%ぐらいから20数%ぐらいまで、2000年には海外の研究開発が増えていく。会社によってばらつきがありますが、大ざっぱにまとめたものであります。MOSロジック、MOSマイクロの辺が海外展開の伸びが大きいということですね。MOSメモリーもやはり大きくなっていく。全体的には30%近く海外への研究展開があるということです。

数値だけではわかりませんので、私ども委員が、 少し自分の会社あるいは全体的な状況を把握する ために、番外編という調査、スタディーをいたし ました。きちんとした形でこれからまとめていこ うと思っておりますが、こういうふうに研究開発 を外に移すときに、ただ単に数字だけでわからな い部分がある、どうなっているだろうかというの を勉強いたしました。その結果、海外展開をして いる部分は、どうも上流部分が多い。すなわち、 半導体の設計、LSIの設計から、どういうふう なものにしていこうかという、いわゆる上流とい うふうに言っているようでありますが、その頭脳 の部分、その辺を海外展開している例が多い。製 造の部分、いわゆる下流と称しますが、これは大 きな工場が動いておりまして、これをそっくり移 すというのはなかなか難しい。工場をつくるのに 数百億、現在では1,000億ぐらいのクリーンルーム の設備等が要るということですから、一たんつくっ たからには、そうそう動かせない。こういうこと から、工場生産、それに関連する研究開発、その 辺は日本に置かざるを得ないんですが、上流部分、 人手をかけていろいろ考えてみようという部分は、

やりやすいということから外へ出ていくということのようです。

これは非常に気になるところでありまして、上流というのはいろいろ考え、いろいろな人材を使って、いいことを考えようというわけですから、それがなくなって、日本はハードウエアに非常に近いところだけが残るというのはやはり困ることであります。この辺は、非常に大変だなという気がいたします。

海外で研究開発を行う理由、半導体技術分野 (図12)、これを見ますと、人件費が安いということ、それから非常に大きな比率を占めておりますのは、日本と異なる発想の人材とコミュニティーがあるということですね。さっきと同じなんですが、市場のニーズ、現地生産体制の対応が有利である。こういう即時即決で研究開発をしていくという、そういうところが強いということのようであります。

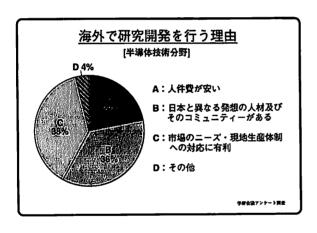


図12 海外での研究開発を行う理由(半導体技術)

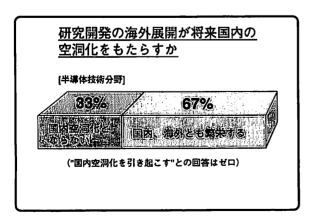


図13 研究開発の海外展開に対する見解(半導体技術)

先ほど、全研究開発ということでありましたが、 半導体技術分野で研究開発が海外に出ていくと いったときに、これが空洞化になるか、ならない かということなんですが(図13)、国内空洞化とは ならないという答えです。国内、海外とも繁栄す るというふうに言っている回答が多くて、空洞化 を引き起こすという回答は大企業に限ってはござ いませんでした。これが半導体であります。

コンピュータでありますが、図14では今メーンフレーム、ミッドレンジ、ワークステーション、パソコン、携帯端末など、種類別に分けて、1995年から2000年にかけてどうなるんだろうかという

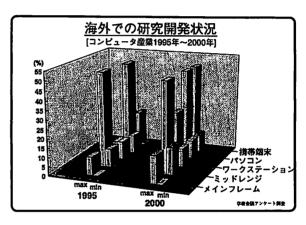


図14 海外での研究開発状況 (コンピュータ技術)

ことです。やはり全体的には、調査した企業では、 研究開発を2000年にかけて増やしていこうという 傾向にあることは同じであります。特に携帯端末 の辺を海外で研究しようというところが顕著にあ らわれているように思います。この辺、グローバ ル化と標準化というのがポイントになると思いま す。科学技術庁が5年ごとに行っております将来 予測動向調査で、私は電子工学のところの主査を やっておりまして、皆さんのところにも、面倒臭 いアンケートが行っているのではないかと恐れる わけですが、その中でも、携帯端末の、携帯翻訳 機で世界的な、何語でも使えるというふうなもの がいつごろ実用になるかという問いかけなどもし てあります。その辺、グローバルになればなるほ ど、海外でいろいろなものとの接点が必要だとい うことになるかもしれないと思います。いずれに しても、携帯端末というのは、これからのトレン ドの1つでありますから、研究開発が盛んになる

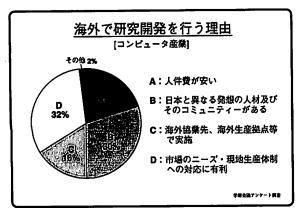


図15 海外で研究開発を行う理由(コンピュータ技術)

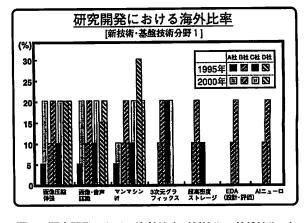


図17 研究開発における海外比率 (新技術・基盤技術1)

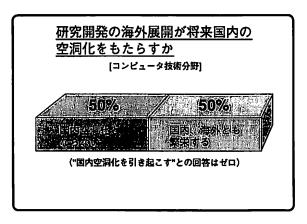


図16 研究開発の海外展開に対する見解(コンピュータ技術)

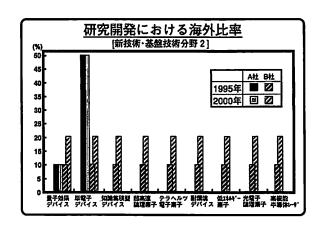


図18 研究開発における海外比率 (新技術・基盤技術2)

と同時に、小型化、省エネルギー化に向けてのグローバル化が進むと見ております。

海外で研究開発を行う理由、コンピュータ編(図15)、まあ、同じようなものでありまして、人件費が安い、日本と異なる発想の人材及びそのコミュニティーがある。それから、海外の協業先、これはコンピュータは海外の協業先、海外生産拠点等で実施しているという答えが少し多いようです。やはり市場のニーズに対応するという研究開発が主導的に動いているようであります。

したがって、上流部分と申しますのは、そこで、 ニーズに対応したものをつくっていくということ でありますので、やはり市場が何を要求している かという情報なしには、研究開発が進まないとい うことのようです。

さて、コンピュータ編の海外展開が将来国内の 空洞化をもたらすかどうかなんですが(図16)、コ ンピュータの場合、空洞化とならないということ が増えて、国内、海外とも繁栄するというのが50% 対50%ということで、半導体とやや違った答えと なっておりますものの、大丈夫だというふうな答 えであります。

次に、研究開発における海外比率の新技術・基盤技術分野です。まだ商売になっていない分野はどうだろうかという調査であります(図17)。画像圧縮伸長、画像・音声の認識、マンマシンインターフェース、3次元グラフィックス、超高密度ストレージ、それから、設計・評価、それから、AIのニューロ、こういったものですね。これは会社の個別の結果でありますが、1995年と2000年というのを見ますと、A社の場合に画像圧縮、今のディジタル画像の圧縮技術でなるべく小さい伝送容量でたくさんのものを送ろうという等々のものですが、これが非常に大きく海外比率を持つと、そういうふうなことが読み取れます。おのおのの分野、最先端の新技術・基盤技術にかけて、およそ25%

ぐらいをめどに海外展開、研究開発が出ていくと いうふうなご回答をいただいております。

その次は、もうちょっとまだ実用に遠いという 部分であります。特にデバイス分野の回答です(図 18)。例えば、量子効果デバイス、電子の波を使う ような量子効果デバイス、それから、単電子デバ イスです。現在の電子デバイスというのは、電子 をいっぱい使って連続的な電流という形で我々は とらえる。ところが、単電子デバイスというのは 電子1個1個を使ってメモリーを作ったりします よという分野で、研究開発が今盛んに進められて おります。知識集約型のデバイス、今のバイナリー といいますか、オン・オフのディジタルから少し 賢いようなデバイスにしようと。超高速の論理素 子、テラヘルツにわたるアナログ対応のできる超 高速のトランジスタ等であります。耐環境デバイ ス、非常に温度が高いところで働くLSI、エネ ルギーをあまり消費しないデバイス、光電子論理 素子、それから、髙機能の半導体レーザー、先ほ ど700億の売り上げだと申し上げましたが、最近で は、波長をたくさん1チップから出すとか、波長 を制御するとか、温度が変わっても波長が変わら ないとか、そういった高級な半導体レーザーの研 究が行われておりますが、そういった部分であり ます。これがやはり海外への展開というのが増え ていく。会社によってやっていないよというもの もありますので、答えはおのずから少ないわけで すけれども、いずれにしても海外展開が起こると 見ています。

新技術・基盤技術の分野の3であります(図19)。

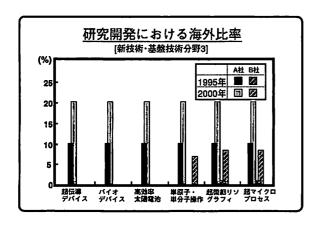


図19 研究開発における海外比率 (新技術・基盤技術3)

これは超伝導のデバイス、バイオのデバイス、分子等のバイオチップと称するもの、高効率の太陽電池、単原子・単分子操作、原子1個1個、分子1個1個を操作、マニュプレーションといいますが、操作する技術、超微細リソグラフィ、超マイクロプロセス、こういったものであります。こういったものが、やはり2000年にかけて海外に依存する度合いが増えていくだろうという答えであります。

調査の最後に、やはり大学はどうなるんだろうかということが気になりまして、大学といいますか、企業も含めてですが、教育について見てみました。

最先端研究分野への大学の取り組みと企業内教育であります(図20,21)。私は大学におりますので、教育は大学のものだと思って、そういう認識でいたのですが、企業からの委員が非常に教育に対して熱心に発言されます。私も認識不足だったんで

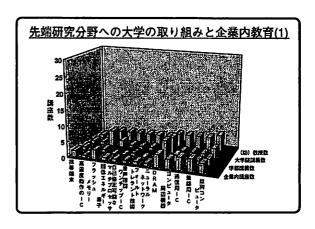


図20 先端研究分野への取り組み状況(1)

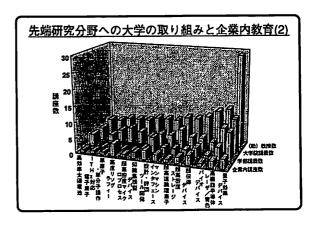


図21 先端研究分野への取り組み状況(2)

すが、よく伺ってみますと、企業のほうがむしろ 教育に熱心だと。伺いますと、3カ月で電子回路 を全部やりおおせている。というのは、我々は、 電子工学科の学部学生に対し、何年もかけて電子 工学の学科を教え込むわけです。ところが企業の 場合は、電子工学科の学生が電気の会社に行くと は限らない。数学科を出た方もいれば、農学部を 出た方もいるというわけですから、LSIを生産 するについては、電子回路の勉強を徹底的にやる というわけです。したがって、企業内講座という のは意外に、と言っては、私が非常に恥ずかしい わけですが、ちゃんとした講座を持っておられま す。これは大学における教授、助教授数、まあ、 講座数というふうな形での数です。それから、大 学院の講義数、それから、学部の講義数、それか ら、企業内講座数と、こういったものを調べてみ ました。

例えば、現在一番大事なLSIをつくったり、 設計したりするところというのは、学部での教育 が比較的なくて、企業は当然ちゃんとやっておら れる。それから、大学で見ますと、量子効果デバ イスのようなものは、おもしろいせいか研究人口 が非常に高い。これは全部ではありませんで、主 だった大学6大学ぐらいを対象として調査をいた しました。ですから、全大学となりますとこれの 何倍かになると思います。電子通信工学の講座と いいますか、学生を多く持っている大学を対象と しましたから、傾向としては読み取れるというこ とで、ご理解いただきます。

例えば携帯端末などは大学ではあまりないということです。研究、それから、教育分野というのは、こんなふうなスペクトルを持っているということであります。細かいことは省略いたします。

その次に、企業と大学のつながりということがこれから大事だと言われますが、委託研究を企業が大学へどれぐらい出しておられるかということが大事だということから調査をいたしました。これは企業をランダムに並べてありますが、国内の大学へ委託研究、あるいは、奨学寄附金として出している件数です(図22)。したがって、いろいろな考え方があって、寄附講座として講座を開設する。それから、委託研究として、はっきりしたテー

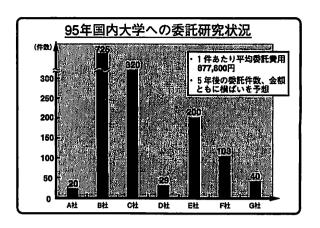
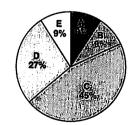


図22 国内大学への委託研究状況(1995年)

マのもとに委託研究をする。それから、一般的な 奨学寄附金として、研究費を寄附している。こう いうものがありますが、その件数です。B社とい うのは700件ぐらい国内の大学に出しておられる。 1件当たりの平均委託費用が約87万円というわけ で、5年後も大体横ばいで、同じぐらいだろうと いうことのようであります。

国内大学への委託理由をお尋ねいたしました(図23)。Aが大学へ社員を派遣しやすい、何かあったときに聞きに行くのに便利だと。それから、Bが社内ではやらないような部品とか材料、装置がある。Cが大学の技術レベルを見込んだと。Dというのは、研究成果よりリクルートだと。学生さん、来てねというのですね。ほんとはもっと多いかと思ったんですが、30%ぐらいですね。これはメセナで、社会貢献と考えている。こういったお答えのようであります。

国内大学への委託理由



- A:大学へ社員を派遣しやすい
- B: 社内では得られない部品、 材料、装置がある
- C:大学の技術レベルを見込んだ
- D:研究成果よりリクルート
- E:社会的貸献と考えている

図23 国内大学への委託理由

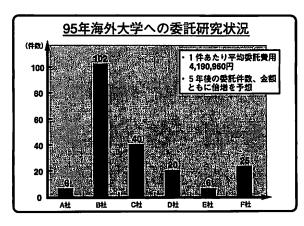


図24 海外大学への委託研究状況(1995年)

海外ですが (図24)、大企業のことですから多く の海外の大学へ委託を出しておられるようで、件 数としては、ここで言います、B社が100件ですか ら、国内が700件としますと、随分少ないわけです。 ところが1件当たりの平均費用が400万円を超えて いるというわけですから、まとめてどっと出して いるということですね。大ざっぱに足し算といい ますか、件数掛ける費用のトータルを出してみま すと、日本の大学に出しておられる企業からの研 究費あるいは委託研究と、海外へ出しておられる のとほぼ同じであります。これは私も認識不足だっ たんですが、日本の企業は海外の大学ばかりへ出 して、日本の大学へちっとも出してくれないとい うことをよく言うんですけれども、そうではなく、 総額は大体同じぐらい出していただいている。た だし1件あたりの件数を見ますと格段の差がある わけで、例えばMITなんかは日本からの企業の 寄附講座が20件ぐらいあるとのことですが、その 場合は1件あたり数億円払っているわけですね。 したがって、1件当たり、どっと出すということ のようであります。

それから、ごく最近、ある会社の若い人をアメリカに派遣したいんだけれども紹介をしてくださいということで、カルテック(カリフォルニア工科大学)へちょっと連絡をとってみました。1年研究員を引き受ける費用が約3万ドルと言っておりました。一ころ、もうちょっとこぶりな大学で2万5,000ドルといっていたり、MITあたりが4万ドルと言っていたりいたしますので、ばらつきがあると思いますし、教授とか学科の都合とかい

ろいろあると思いますけれども、ちょうど1件あたり400万円というのが、そういう1人の社員を1年間研究員として引き受けていただく費用プラスアルファぐらいに相当しているなという感じを持っております。日本の大学は比較的ボランティアで、研究生を引き受けるといったときに、大学に30万円ぐらい払って、教室には全然来ないという場合もあるので、もうちょっと何とかしてくれという気がいたします。

海外大学への委託理由でありますが(図25)、人件費が安いという理由のほか、大きな理由として、日本と異なる発想の人材とコミュニティーがある。これはやはり悔しいわけで、発想が違う人がいるということが大きな理由となっています。

あと、もっと悔しいのは、Dでありまして、余 人にかえがたい高い研究能力があるということを 見込んで出してられるわけで、我々もこういうふ うにならないといけないわけです。

海外大学への委託理由 A: 人件費が安い B: 日本と異なる発想の人材及び そのコミュニティーがある C: 市場のニーズ・現地生産体制 への対応に有利 D: 余人に代えがたい高い研究能力 E: 大学の技術レベルを見込んで

図25 海外大学への委託理由

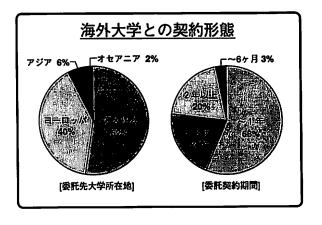


図26 海外大学との委託契約状況(1)

海外の大学との契約形態でありますが(図26)、 委託先は、やはりアメリカやヨーロッパが電子工 学に関しては大きいですね。先ほどの、研究開発 が外へ出ていくという場合、全体的な統計ではア ジアも多かったんですけれども、契約としてはやっ ぱりアメリカ、ヨーロッパが多いです。年限は2 ~3年です。

それから、知的所有権(図27)というのがやはり 難しい問題であります。海外の大学とは共有とい うものが非常に多くて、自社それから大学という のがそれに次ぐということです。

それから、大学との契約事務の煩雑度ということなんですが、国内の大学と比べてどうかというので、我々はアメリカのほうが簡単のようだというふうな認識を持っていがちなんですが、同程度だということです。アメリカのいろいろなペーパーワークというのは、細かい英文で埋めていくわけです。それをつくる人の性質はどこでも同じで、

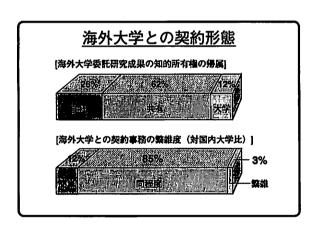


図27 海外大学との委託契約状況(2)

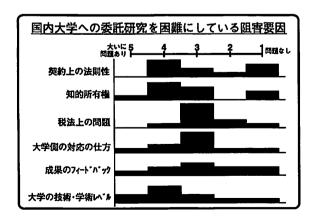


図28 国内大学との委託研究の問題点

いろいろなことを書かせるなという感じがいたします。決して簡単ではない。契約を結ぶにはちゃんと弁護士を立ててやるということですから、日本よりもきっちりしているということが言えるかもしれません。

国内大学への委託研究をするのにちょっと面倒 だなということがよく言われるわけで、どこをど ういうふうに感じておられるかなという統計です (図28)。左が大いに問題あり、右は問題なしとい うことであります。契約上の法規制ですが、これ がやはり面倒臭いというのがあるようで、片や問 題ないということもあるわけです。これがほぼ左 のほうかなと思って心配したんですけれども、そ うでもない。それから、知的所有権ですが、大学 で特許を取られると後で使えないとか、面倒臭い というふうに感じられる部分があるようです。そ れから、税法上の問題がある。それから、大学側 の対応の仕方が、いい人と悪い人がいるというこ とですね。これは我々大学側としては反省しなきゃ いけないと思います。成果のフィードバック、そ れから、大学の技術・学術レベルというのは、や はりこんなものかなと。問題はあるほうが多いわ けで、これは先ほどの海外のいいプロフェッサー を見込んで大量の研究費を投入しているというの に比べると、悪い方にちょっと偏って、残念だと いうわけであります。

海外大学研究委託の総合満足度ですが、満足していますと(図29)。非常に満足ということでもないというんですが、満足度は比較的高いという企業が多いです。日本についてこれは調査がないん

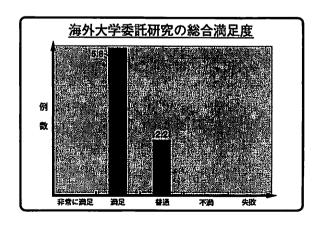


図29 海外大学との委託研究への見解

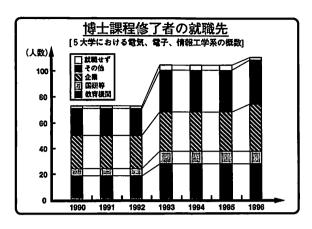


図30 博士課程出身者の進路



大学側としてはドクターコースの学生が少なくて、しかもなかなか使いものにならないからお採りいただけないなんていうことを言います。どのぐらい博士課程の修了者が、今どこへ就職しているかということが大事だという調査をいたしました(図30)。これは5大学あるいは6大学、主だった大学の方々にお願いして出していただいた、電気、電子、情報工学系の概数であります。これが100人ということです。したがって、1年当たり、この数年100人ぐらいのドクターコースの学生が世の中に出ています。全大学では、これの5割増しぐらいと考えていただいてよろしいかと思います。全日本の大学に関する文部省の統計もございます。

さて、その就職先ですが、一番下のが教育機関、 大学の先生になるということです。それから、し たから2番目が国研等の研究者、それから、真中 が企業であります。したがって、大体半々ぐらい、 それよりもむしろ最近では、企業へドクターコー スを出て就職している数が半分以上ということに なってきています。

気になりますのは、その他です。これは主に留学生だと思われます。これは各大学よくわからない。大学としては無責任な統計なんですが、大学を出て、行方不明になっちゃっているわけです。 どこへ行ったかという追跡がちゃんとしてないわけです。したがって、留学生の場合、国に帰ったか、あるいは、アメリカとか第三国に行って就職したというのは、その他に入っています。ドクターを出て、エリートですからいずれいい就職先につ

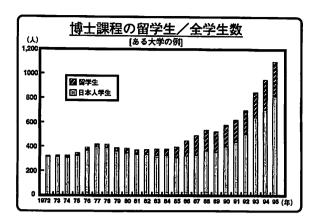


図31 博士課程学生数の推移

いていると思いますけれども、日本の国内に滞留 していないということはあるようです。それから、 就職せずというのは、これは例えば、自分でベン チャーをやったりするときは、学校の統計では就 職をしたと言わないようでありますので、この辺、 よくわからない部分があるわけです。これ、96年 の統計で、大ざっぱにまとめてあるわけで、ドク ターコースの卒業生が電気、電子に対して見ます と増えているなという感じが見ていただけると思 います。

私が勤めております東京工業大学の例を、持ってまいりました(図31)。どのぐらい増えているかだけごらんいただきたいと思います。これは東京工業大学における博士課程の学生数であります。したがって、さっきの96年の卒業生というのは、このあたりが卒業した、この中で卒業した部分ということになるわけです。それでこの横軸は最後の棒が1995年であります。実数が全体で約1,100人、東京工業大学の大学院の学生が4,000人強おりますから、1,000人ぐらいがドクターコースの学生であります。これだけが日本人の学生です。ここでいきますと、約800人強ですね。それから、あとの300人ぐらいが留学生です。

これは言いたいのは何かといいますと、1つは、 留学生ばっかりだよというふうによくおっしゃる んですが、日本人の学生が急激に増えている。留 学生の数というのは大体同じぐらいで、これは寮 であるとか、奨学金であるとか、そういったもの のリミテーションがかかっておりまして、そうそ う増えない。日本人のドクターコースの学生が急 激にここ数年増えているということがごらんいた だけると思います。

もう1つは、ドクターコースの学生がどんどん 減っているという世間の認識であります。それは、 確かにこのあたりであります。昭和53年、54年、 55年、したがって、1980年前後の10年ぐらい前に そういうことが起こっております。確かにドクター コースの学生が減って、この辺で日本の総理大臣 が留学生10万人計画ということを言ったりしたも のですから、どんどん増やされておりまして、半 分ぐらいは留学生という事態が生じておりました。 したがって、世の中で言われている、ドクターコー スの学生がどんどん減って、留学生が大半を占め ているよというのは、この辺でありまして、これ は確かでありました。ところがここ数年というの は、それが随分変わっておりまして、ドクターコー スの学生が増えた。それが企業へ50%から60%、 電子工学の場合、電子・通信の場合就職しており まして、世の中の役に立ってきている。大きな会 社の取締役もドクターコース、新制のドクターコー スの卒業生が占めるということがだんだん出てき ていることからわかるように、ヨーロッパ、アメ リカに比べておくれをとっておりましたが、こう いうふうな増え方をしているということでありま す。情報というのは10年おくれぐらいで認識度が 変わりますから、やはりこの認識が今でも続いて いると思いますけれども、実際はそうではないと いうことであります。

これで終わりにいたしますが、我々のワーキンググループの使命は、対策というのがありまして、これは恐ろしいことであります。現在の状況の認識というのを今までやってきたわけですけれども、これはやはりいろな問題を含んでいる。それは研究開発のフェーズで見ましても、海外へどんどん出ていく。どうも20%ぐらいから、全体的なリミテーションとしては50%ぐらい、半々ぐらいになるだろうなという、そういうふうな認識であります。にもかかわらず、半導体、コンピュータの分野では、日本は大丈夫よと、非常に自信に満ちたご回答であります。これは弱音を吐くのは悔しいというのがあるかもしれないし、強がっている部分もあるかもしれないというわけなんですが、

やはり事態は、先ほど言いましたように、上流部 分が外へ出ていくとか、それから、将来を担う新 しい基盤技術というのを海外の研究開発に頼る、 こういうことを見ましても、この自信に満ちた回 答というのは、それでいいのかどうか、これはや はり我々自身よく考えてみなきゃいけない問題と いうふうに認識いたします。

これから戸田委員長のもとで、対策を練らなきゃいけないんですが、あっという間に対策が講ぜられれば、日本の電子産業、安泰なんですけれども、そうもいかないだろうという気がします。ネガティブなことを年頭早々申し上げるのも申し訳ありませんが、1月1日から日本経済新聞が「日本が消える」シリーズを掲載しております。第1面の左側です。きょうで13回目ぐらいになりましょうか。どれ1つとっても、非常に厳しい指摘であります。日経の方がおられたら、ごめんなさい。新聞のことですから大げさに書かないと読者が満足しませんが、それにしてもやはりいろいろな点で難しいですね。

大ざっぱにメモだけ見ますと、バブルの後処理、 大正時代のバブルの後処理を知っていながら全然、 今回それが生かされていない。事業の硬直化、一 たん始まったらもうなかなか変えられない。ソフ トのバックアップ、これはマルチメディアのほう の調査で、ソフトウエアというのが弱い。ところ が日本はゲームソフトであるとか、コンテンツが 強い。したがって、美的な感覚等を生かしたソフ トウエアで勝負したらいいんじゃないのというこ とを書こうとしているわけですが、日経の指摘だ と、ソフトウエア産業の労働集約制といいますか、 それが非常に貧困で、ともかく安い給料で長時間 働かせると。それをソフトを二重にも三重にも生 かすような、そういうバックアップの体制がなく て、いずれアメリカにやられてしまうかもしれな いという指摘があります。ソフトも安泰でないと いうことです。

金融政策のおくれ、これは今、私が申し上げる までもなく、大問題であります。もっと怖いのは、 現在の石油の流出にもありますような、安全保障 と環境、日本だけの環境、安全保障ではなくて、 隣国との関係というのは非常に難しいわけです。 司法のおくれ、裁判官がいない。幸せの認識度が 若者に少ない。日本に暮らしていて、幸せだと思っ ていない。中国の若者は80%幸せだと言っている のに、日本は15%ぐらいしか幸せだと思っていな い。これは非常に寒い思いがするわけであります。

世界への貢献度、浸透度にしましても、日本は 非常にいい国だという認識が我々全部あるわけで すから、アメリカに行っても帰ってくる。私もべ ル研究所に1年半ほどおりましたが、帰ってき ちゃったわけですね。現在は帰ってしまう恐れの 人はまじめに対応しないというのが、どうも欧米 の研究機関の対応の仕方のようでありまして、や はりじっくり腰を落ちつけて研究してくれる人を ちゃんと雇う。それにしては日本のそういう、帰っ てきちゃうというのがいい場合もあるし、そこの 国のために骨を埋めてやろうというのがないとい うことは、世界への浸透度という意味では、若干 気になる。若干どころか大いに気になる。これは 人口が減りつつあるということで、隣国の巨大な 国というのはどんどん出ていっても、ネグリジブ ルという、そういう人的財産がいっぱいあるとこ ろと比べると非常に難しい問題です。

大学を出ても就職したがらない人が増えているとか、我々が退職をするころには退職金がもらえないとか、いろいろデータを見てみますと、必ずしもというか、先ほどの大丈夫よというお答えを素直に受け取れるだけの、はね返すだけのデータが、どうもない。非常に大変な時代を迎えるんだなということを、この調査をし始めて、認識しております。

私は、個人的な感想で恐縮なんですけれども、これからは細かいところからやっていかざるを得ないだろうというふうな気がいたします。厳しい産業の中で競争していくというふうなことで、ほんとに骨身をすり減らしてやっておられる方に対して申しわけないんですが、私が申し上げたいのは、ヒューマニスティックな合理性ではないかというふうに思います。それはやはり人の、個人個人の周りの人のことをよく考えて、合理的に物事を整理するというか、合理的な社会をつくっていくということだと思うんです。大学もこれから、18歳人口が減って、学生が大学を選ぶ時代。大学

が学生を選ぶ時代は終わったと言われています。 これからやはり、卒業生、学生が企業を選ぶ時代 になるというふうに、すぐ順番になりますからな ると思いますし、企業の成績だけで学生が行くと いうんじゃなくて、やはり働きやすい、職場にい じめがないなどがポイントになるでしょう。学校 でいじめというのは、あれは社会の縮図であり、 それが学校へ来ているだけだと思うんです。今晩 絶対飲みに行こうなんていうことを強要するよう な上役とか、そういうのを数えると不合理なとこ ろがいっぱいあるわけですね。小さいところから やはり合理的な、しかもヒューマニスティックな 社会をつくらないと、いい会社と思われないとい うふうになると思います。そこでの幸せ度という か、社会の快適度がないと困るんで、大学もしか りであります。

したがって、社会と会社は、日本の場合同じで、字をひっくり返しているだけですけれども、より 快適な社会というのは、より快適な会社でもなければいけないと思います。これをどうしたらいいかというと、宗教家みたいなことになるのですけれども、細かい、ちゃんとした規律というものを決めて、守っていくということを下から積み上げないと、これは容易なことで日本の社会というのはこれだけのものを維持していくことにならないんじゃないかというふうに思います。

これから、この対策を我々委員で勉強しまして、 できるだけの指針を出して、日本の施策、政治家、 議員の方々に反映するような立派なレポートを書 きたいと思っていますので、ご意見をちょうだい できれば幸いに存じます。

ちょっと長くなりまして申しわけございません。 ご静聴ありがとうございました。

(拍手)

司 会 どうもありがとうございました。

では、しばらくお休みをいただいて、食事をとっていただいて、その後、討論をしたいと思います。

---休憩---

司 会 では、時間の都合がありますので、この 辺で再開させていただきたいと思います。

伊賀先生から大変含蓄のあるお話と、含蓄のあるデータをご紹介いただいて、いろいろ皆さん、

ご意見が多数あると思いますので、ぜひ活発なご 討論をお願いしたいと思います。

黒 川 ((株)富士通研究所フェロー) 数値化する場合、言葉の定義が非常に問題になるんじゃないかと思うんです。空洞化というのをアンケートで出しておられますが、空洞化の定義は一体どういうことなんでしょうか。

伊 賀 我々もそれをまず最初に議論いたしました。空洞化は何かというんで、5つぐらいでしたか、定義を考えました。したがって、お答えをいただくときに、非常にばらつくのを恐れまして、アンケートの頭に、「空洞化とは」というんで定義いたしました。

私もちょっとビールが入ったんで、詳しいことは、細かく思い出せないんですが、まず、空洞化というのは、国内にあったものがなくなるということが、1つです。どっかへ行ってしまうというわけですね。それから、国内になかったものが外へできるというのは、これ、空洞化ではなくて、新しく外へできるわけですから、これはそうは言わない。

それから、日本にあったものが外にもできて、 日本にも、もちろんあるというのは、これは空洞 化とは言わない。

それから、外国の人が日本にやってきて、盛ん に活躍する。日本人の職場が奪われる。しかしこ れは空洞化と言っては非常においでいただいた諸 君に申しわけないから、日本で盛んになったもの は、日本人じゃなくても、空洞化とは言わない。 これはただ単に日本人が競争に負けただけだ。

そんな定義を幾つかいたしました。工学アカデミーと、日本学術会議というのは、色合いと、成り立っているベースが違うわけですから。日本学術会議ということで言うと、日本国というか、日本の領土というか、それがなくなると、日本国もなくなるわけですから、グローバル化の世の中とはいえ、日本学術会議をやるについては、日本の固有の領土というのをまず考える。狭い意味で考える。これはグローバル化に対しては非常に申しわけない話なんですが、日本の国で考えましょうと。それから、企業で、グローバル化というか、海外へ展開されます。そのときに、海外での拠点

というか、ある会社で見ますと、日本で生産したり、研究開発をする。それから、海外でもします。 ロサンゼルス、サンノセでやります。それは同じ ことだというふうな認識が、企業の方は多分大部 分だと思います。

ただ、今の場合は、今申し上げましたように、 日本の我々が立っている領土、そこを基本にまず は考えさせていただいて、そこで出入りがあるか どうか、これを空洞化が起こっているかどうかで 審議しましょうという定義を項目ごとに書いて、 それで当てはまるかどうかということでお答えい ただきました。

唐津さん、抜けているのはありますか。

唐津 特にありません。

伊 賀 そういうことで、1、2、3、4というのを書いて、これに当てはまるものは空洞化という、典型的な例が、日本にあったものがどっかへ行ってなくなる。これは典型でよくわかるんですが、そういうことで、まずは日本の領土で考えるということにいたしました。

黒 川 大分古いんじゃないですか。ボーダーレ スワールドなんですから。(笑)

伊賀 というのは、どうしてそれを狭い、古い定義でやったかといいますと、日本国を相手にしている。日本政府を相手にするのが日本学術会議で、世界の、例えば、アメリカの大統領を動かそうというふうなことにはならないもんですから、日本の政策を間違わないようにしようということで、企業の皆さんには申しわけないんですけれども、ある程度国粋主義という立場をとりました。黒川 どうもありがとうございました。

中 村(ジョナックス(株)代表取締役) お話を 何ってすごく参考になりました。本当の深い外国 の技術を習得しようと思うと、3年ぐらいではと ても無理なんですね。特にコンピュータ関係は、 新しいもんですから、人とのネットワークをつく るとか、言葉の問題は大変難しいことです。専門 用語も非常に翻訳しにくい。向こうは、ヨーロッパの言葉ですと、自動翻訳がどんどんできます。 特許の申請をやっても、国際特許ですと、言葉の ハンディがありますね。

私の聞いたところでは、例えば、原子力関係は、

日本の学生の数が非常に少ない。日本では将来性がないということで、海外の留学生のほうが数が増えているそうです。工学アカデミーとしては、新しい将来性のある分野ですね、エネルギー分野に、日本の大学が積極的に取り組むような政策を出していただきたい。それから、日本の、学生の態度だろうと思うんです。今はスポーツかなんかやっているほうがよっぽどおもしろいし、報酬も多いと思って、そっちに気が取られているような気がします。

私の次男が向こうの大学を出まして博士コースに乗りました。会社のほうが3年で帰ってこいという規則で、それに従わないもんですから、首になりました。会社を振って、向こうで助教授になったんですけども、そういう人もおります。何とか日本の学生の、熱意ですね、コンピュータとか、そういうものに対する。それがわくようにしなきゃまずいだろうと思います。

伊賀 ありがとうございます。

エネルギー、原子力についてですが、ともかくほとんどの電力のベースが原子力で動いているわけで、それを維持したり、理解を持って運転したりという、そういう学生の数はやはりいるわけです。しかしこれから新しく展開するといったときの原子力工学というのは、非常に研究者としては悩みが多いようであります。エネルギーという立場から見ますと、非常に大事で、文部省傘下の大学といたしましても、科学研究費に複合領域でエネルギー工学というのをつくりまして、そこでの基礎研究にお金を投ずるというふうなことをやっております。もちろん、従来の電気工学科の範疇でもやっております。

それから、文部省の外郭団体であります日本学 術振興会が、新しくといいますか、科学技術基本 計画を実行に移すために、投資といいますか出資 金によります研究費の増額を図っています。平成 8年度が110億円でした。6省庁でスタートしてい ますが、文部省関連が一番多くて、110億円。今年 度、エネルギー環境に対しまして、勉強会をしま して、平成9年度からエネルギー関係も研究推進 委員会をスタートさせる見通しであります。そう いうことで、ご指摘のエネルギー、環境関連の基 礎研究に大学としても取り組むという姿勢を国でとり始めています。やはり我々電気から言いますと、原子力といってもすぐにいきませんので、太陽電池のほうですか、軽量化、そういったことが出てくると思いますけれども、そういうことで取り組みが次第に出てくるのではないかと思います。

先ほどご指摘の、若い諸君がアメリカへ居ついてその国のために働くというのは、翻ってみますと、日本のためにもなるわけで、日本人が外国の人たちから信頼されるということも、日本の非常に大きな財産であります。そういう例というますとお聞きするのは非常に心強い限りでありませをおけるから言いますと圧倒的に中国、インパワーといいますから。また、日本のDCパワーといいますから、ファンダメンタルがどんどのます。私は、日本の少子化といいますか、アリます。私は、日本の少子化といいます。とはさきゃいけないと思っています。

例えば、シンガポールは、半導体、LSIの就職先の給料は倍であります。それから、第2子、第3子になるに従って、税金を格段に安くしていく。税金の補助をするという、そういうことで、人間が少ないと国力が上がりませんので、特に半導体関連を手厚く保護する、少子化を食いとめる施策をどんどんとっています。税制の改正など、いろいろな点でのそういう少子化を食いとめる施策をとらないといけない。

先ほど結論のところで申し上げるのを忘れましたが、基本は、私どもの世代、先生方の世代が快適に暮らせるというふうなことではなくて、子供をたくさんつくるようなことじゃないとだめなんで、老人快適社会というのを目指すとおっしゃいますけれども、そうじゃなくて、子供をたくさんつくるような社会をつくらないと国力は落ちるだろうと。そうでなければ外国の諸君をたくさん受け入れる社会の仕組みをつくらなきゃいけない。そのどっちかしかありませんね。

私は光通信をやっておりますが、できるだけ早く情報のインフラを発達させて、女性が、家庭の主婦が家庭にいて仕事ができる、それで子供の面倒を見ながら社会の労働力となる。こういうことで、情報がこれからの少子化を食いとめる1つの

手段ではないか。情報産業の皆さんに私はそこを訴えて、ぜひとも早くギガビット/秒の速度を持つファイバーを家庭に引いてくださいと。FTTH、ファイバー・ツー・ザ・ホームと言うんですが、その次のギガビットのGTTHだと。FTTHの次のGTTHを早いこと引いてくださいというふうに、NTT、富士通、日電の方々に申し上げていますけれども、コストがどうだこうだとおっしゃって、なかなか難しいようです。

中 村 補足させていただきたいんですけれども、 フランスは原子力発電が優に50%を超しています。 原子力は大きい事故はやってないわけです。

伊賀 そうですね。

中 村 実用化をもう十分証明されているのに、 どうして「もんじゅ」の故障とか、ああ大騒ぎす るのか。センサーの構造が悪かったのが故障の原 因であって、センサーの構造のいいのを使えば何 でもない問題です。我々としては、特に大学の先 生は大衆を教育しなきゃいけないと思うんですよ。 先生からして、原子力は危ないとか、原子力は放 射能があるからとか言うと、みんな怖がっちゃう んですよ。

戸 田 どうもありがとうございました。

山 田 (Y高等研究所所長) 元理研の山田でございますが、質問は、半導体産業の立地条件なんです。今から20年前、25年前の日本では、まず飛行場が近いこと、日本の中の賃金格差の低いところということで、九州ですとか、ございましたね。その法則は、例えば、大陸中国に半導体産業がトランスファーするという、上海とか、深圳とか、そういうところの条件と同じような条件になりますとか、そういうことが……。

伊 賀 ちょっと私半導体の産業の立地に関して、 詳しいデータを持っておりませんので、あと、戸 田委員長から補足していただきたいと思います。 もちろん、交通の便利というのがあると思います けれども、私の承知している範囲では、九州、そ れから、東北、1つの条件は水だというふうに伺っ ています。これはやはりきれいな水をつくる、ク リーンルーム用の純水をつくりますのに、もとの やはり水の質が非常にコストにきいてくる。

それから、九州あるいは東北地方でのLSIの

工場の立地というのは、酒造りの立地と一致しているというふうに伺っております。それは水がいいということと、良質の労働力があるということと、第3点は、酒どころというのは、親方といいますか、資本家がいて、投資をするということが非常に素直に行われている。良質の労働力を集めて、それに資本を投下して、お酒をつくる。そういう仕組みというインフラストラクチュアがあって、しかも水がいいという、そういう立地条件のところで成り立っているという条件が1つあるように伺っています。もちろん、今の飛行場が近いということは、よろしいのでしょうけども。

私もしばらく中国に行っておりませんので、どういうところにLSIの工場がいいかということはよくわかりません。ほこりというのは、もう1つのLSI工場の敵でありまして、フィルタが詰まるんです。例えば、東北大学のスーパークリーンルームなんかも、冬はタイヤの粉塵があって、すぐにフィルタが詰まってしまう。そういうエンバイロメントの条件がいいところのほうがよろしいというのが1つあると思います。そういったもののほうが大きいのではないかと思いますけど。

山 田 どうもありがとうございました。

伊賀 戸田委員長何か……。

戸 田 ここに専門家がおられますから。

永 田 (代理(株)日立製作所) 日立の永田でご ざいます。半導体の研究開発、いつの間にか30年 やってしまったという、メーカーの研究所にいま して、きょうのお話大変関心を持って聞かせてい ただきました。非常に意外だったのは、心配する なという結論ですが、もしこれがほんとだとする と、私の認識だと、非常にゆゆしき認識違いでな ければいいなと。といいますのは、さっき黒川さ んも言われましたけれども、空洞化の定義にもよ ると思うんですけれども、私の立場ですと、例え ば、日本の研究所群にいる研究者、技術者が、そ の事業の中においてどれだけ影響力を持つか、あ るいは、どれだけ貢献をするか、重きをなすかと いう、そういった意味での、空洞化するかしない か、そういう立場で考えてみますと、間違いなく 起こっているし、とめられない方向にいっている というような考えを持つような悲観的な考えも出

てきてもおかしくないような感じがいたします。

先ほど幹部の方は、心配するなというようなことを言われましたけれども、決して、ほんとにそう思っていらっしゃるかどうかちょっとわからないような気がしますね。特に半導体とかコンピュータのような、比較的新しい、そしてそんなに数の多くない人たちが今までずっとかかわってきた分野ですから、これがもう少し日本のインフラである自動車とか、鉄鋼とか、電力とかということであれば、それを経験された方も非常に多いですから、多分平均的な値が出てくると思うんですが、半導体とかコンピューターの先端といいますと、だれに聞くかということで非常に変わってきてしまうと思うんです。

こんなことを見ていただければというのを幾つか申し上げますと、1つは、危機感というのか、 焦燥感というのか、今企業のトップの方に聞かれているとすれば、それを幾つかの層に分けて聞いてみていただいたらどうかなと。つまり、重役さんに聞かれるのもいいですし、研究所長さんレベルに聞かれるのもいいでしょうし、部長さんレベルに聞かれてもいいし、それから、学会とか、そういった、毎日の仕事で、海外の方とつき合との、そういう幾つかのレベルで聞いてみると認識の仕方が違ってきているんじゃないかと思うんです。それをひとつやっていただくと、また1つの断面が見えるかなというような気がいたします。それがまず第1点です。

それから、第2点は、こういった研究開発力のメジャーの1つとして、いろんなものがあるんですけども、割合調べやすいものとして、しかるべき学会か学会雑誌に出てきている論文を少し分析してみたらどうかなというような気がします。その分析の方法も、このコンピュータと半導体のインダストリーのメーンフィールドにどかんとぶつかるような論文の比率がどれぐらいあるか。それが日本なり、韓国なり、あるいは、台湾なり、シンガポールなり、ヨーロッパなりで、ここ数年間どういう変化をしてきているか。それものが出てくるような気がするんですが、それは2点目になります。

それから、3点目は、ちょっとこれはどういう ふうにしたらいいかわからないんですが、外国大 学へ出す委託というところで、先ほど先生が、残 念ながら、余人にかえがたい高い研究能力という ところがあって、これが日本のあれにはなくて、しかもかなり大きいというぐあいにおっしゃいましたが、ここを少し分析していただくことによって、何かの対策ができないか。

ちょっと今、3つほど思いつきましたので、検 討していただければと思います。

伊賀 ありがとうございました。

私どものできる範囲で、今に関連したことを番 外編というところで少しやっております。やはり 社長は弱音を吐かないとかありますから、もう少 し、中でどういうふうに、社内でどういうふうに 思っておられるかというのを少し勉強して、調査 の結果だけでなくて、番外編で少しディスクリプ ションをつけ加えようというふうなことでまとめ ております。

それから、おっしゃるように、論文なんですが、 半導体関連のメジャーの国際会議に出ている論文 の数、韓国、台湾の諸君の比率が非常に大きい なっているということを伺っております。そうい うことで、半導体の専門家、LSIの専門家の 方々から伺いますと、とんでもないと。もう韓国、 台湾に大分先を越されているということを伺いま す。基盤技術としてのリソグラフィーとか、特定 紫外領域での比率等々、やはりアメリカ等の を が発したもいわれます。おっしゃったような、非常に と を ないたもののしったような、 を を を を と 、 そ ういうものにおくれをとっているという こともいわれます。おるいは、企業の基盤的 と 、 を や る と 、 そ ういったもののしっかり した整備など、大事だということはおっしゃると おりだと思います。

さて、それで、この我々の範囲で、対策をどう しようかというのができるかどうか、ちょっと心 もとないわけでありますが、できる限り施策に反 映できるような主張をしてまとめたいと思ってお りますので、今の3点、ありがとうございました。 検討させていただきます。

戸 田 ほかにございましょうか。

柏 木 ((株)トッパン・グループ総研理事長) 先

ほどもう既に質問に出てきているんですが、空洞 化は起きない、その理由をぜひ聞いていただきた い。そこを記述していただければと思います。な ぜ起きないと感じているかということを伺えば一 番明確になると思います。

それから、今、実はこれはお願いなんですが、これから社会・経済の構造改革云々ということが大々的に叫ばれているわけです。研究開発分野で、もともと研究者というのは、組織への帰属意識の薄い連中で、いい研究仲間と、いい環境さえあれば、世界中どこへでも渡り歩くという習性を持っているという説を持っている方々は国際的にかなり多いはずです。そういう視点から言いますと、今、我が国の研究開発の空洞化を防止するためには、社会構造をどういうふうに手直しすればよろしいのかということ、そういった視点からちょっと次のフェーズの研究をおやりいただけるとありがたいと思います。

以上であります。

伊賀 柏木さんがおっしゃる、社会構造をどう いうふうにうまくするかというのは非常に大事な ことで、私1人が言ってもだめで、やはり日本政 府へ学術会議あるいは工学アカデミーが物申すと いうことで動かさないといけないのではないかと 思います。私の個人的な感じでは、どうして日本 は会社党というのがないんだろう。社会党はあっ たんですけど。つまり、参議院議員でやはり日本 の産業を支えている方々がちゃんと物をおっしゃ るような仕組みをつくっていない。それがいけな いんで、会社党をつくって、大きな会社は1人ぐ らいずつ、社長、会長経験者は参議院議員になる ような。参議院の仕組みを、選挙法を変えられ ちゃったもんですから、何とも難しいんですが、 そのぐらいやっぱりあってもいいと。10人ぐらい の参議院議員は会社党から、富士通から1人とか、 NTTから1人とか出ているべきなんですが。学 会からも参議院議員になっていただくべきだと思 うんですけどね。すぐにはいきませんけど。そう いう提案といいますか、学術会議はそういうふう に物を申すべきだと思いますので、きちんとした ものがありましたら、またサジェスチョンいただ ければと思います。

小 高(日本電気(株)技術顧問) 先ほどからお 話を伺っていまして、私は質問でなくて、むしろ コメントになるかもしれませんが、昨年12月に唐 津先生と一緒にワシントンで競争力強化委員会に 行きまして、そこで一種の相互依存、産業技術の 相互依存ということで話してまいりました。集まっ た方々の中に、きょうここでご討論いただく以外 に、全然違った分野の方が来ておりまして、それ はどういう方々かというと、組合の方です。アメ リカでは、空洞化とか、グローバル化というのは あまり詳しくは言わないかわりに、グローバル化 というものがどういう問題を起こすのか、委員長 のローゼンさんに前の日に会ったときに、ローゼ ンさんは、日本で遭遇している問題はアメリカで も前に遭遇していたということをおっしゃってい ました。今でも解決できない問題があるから、一 緒にこれから考えていかなきゃいけないと、そう いうことをおっしゃっていました。

会議の中で出た半分ぐらいの質問は、教育の問題でした。結局、日本もアメリカも、これからちゃんと国で産業技術を磨いていくんだったら、必ず今つくられている産業というのは、どんどんよその国へ移転していくような形になるだろうと。そうすると、必ず新しい技術を持った、そういう産業を起こしていかなきゃいけない。そのためには何が大事だということで議論がわきました。そういうことを参考にしていただければと思います。

伊 賀 ありがとうございます。

中 村 私、空洞化は全然心配ないという説なんですけど、その理由は、日本ほど量産ということを勉強し、あらゆる分野で、例えば、工場でも、ほとんど人手を使わないで物ができると。 LSI やなんかもその例ですけども、非常にオートメ化が進んでいる。しかもCAD/CAM、それから、ファクトリーオートメーション、みんなこれコンピュータを使うわけです。それだけコンピュータを使うわけです。それだけコンピュータ技術を日本は実現し、それで工場をどんどんつって、成功したわけです。そのために、みんなの生活水準が上がってきたわけです。一方において、人手を使いませんから。その間に、今度はもっと研究をすれば、さらにいいものが生まれてくる。要するに、今までこれだけ富を生み出す産業とい

うのは日本にはなかったんです。仮にバブルがは じけたから、どんどん向こうへいろんな技術が行 くからといって心配する必要はございません。

今、いい兆候は、自動車産業がまた立ち上がってきたわけです。これは当然のことなんです。ドルが120円になれば、どんどん自動車の輸出ができます。しかも日本は高級車を今度はアメリカへ出す。それで輸入するのは軽自動車を輸入する。これでおのおのバランスがとれるわけです。こういうことは、必ず起こると思います。要するに、日本の技術は世界一、トンネル技術も世界一、橋を渡す技術も世界一、問題は、技術屋が誇りを持たないということなんです。自分たちひとりひとりが自信がないわけです。

自動車といえば、ホンダ、日産、トヨタとありますけど、やはり外国ではホンダが一番ということを言われています。それは本田氏が昔から自分で競争自動車に乗っかって自動車をやっている。フォードも同じなんです。そういうプライドを持った技術屋がいないといい技術は生まれてこないと思うんですけれども、日本は教育が工学教育、理

学教育が進んでいるおかげでこれだけ世界一の橋をつくったり、トンネルを掘ったり、道路事業、 建築等も、世界的なレベルを超していると思います。

伊賀 誤解のないように申し上げたいのは、私は、自信がないとからことでこの調査の報告をしたんではなくて、電子技術では世界の3分の1の規模を持っているから、その影響が大きいということを基本として申し上げているわけで、したがって、全世界の電子関係の経済活動の3分の1を日本がしょっているわけで、これの微分値が全世界に与える影響が大きいということでする。それとやはりフローですね。そういう規模がどっちれとやはりフローですね。そういう規模がどっちを向いていくかということをよく認識しないたいけないということで申し上げたつもりです。戸田時間が参りましたので、これで終わりたいと思います。

どうも先生、ありがとうございました。 伊 賀 どうもありがとうございました。(拍手)

日本工学アカデミー情報専門部会

部 会 長 戸田 巌 富士通㈱常務取締役

副部会長 青木 利晴 日本電信電話㈱常務取締役研究開発本部長

大須賀節雄 早稲田大学理工学部情報学科教授

半導体(コンピュータ)分科会

主 査 伊賀 健一 東京工業大学精密工学研究所長・教授

委 員 有信 睦弘 ㈱東芝研究開発センターS&S研究所所長

石本 光 ソニー㈱中央研究所ディスプレイ研究部

伊藤 清男 ㈱日立製作所中央研究所技師長

小野 雅敏 通産省工業技術院東北工業技術研究所所長

久門 耕一 ㈱富士通研究所マルチメディアシステム研究所

コンピュータシステム研究部主任研究員

香田 正人 IBMアジア・パシフィック・サービス(株)

クロス・インダストリープログラム・マネージャー

所 真理雄 慶應義塾大学理工学部教授

長野 數利 松下電器産業㈱経営企画室参事

古屋 一仁 東京工業大学電気電子工学科教授

吉村 猛 日本電気㈱C&C研究所担当部長

事務担当 唐津 治夢 NTTシステムエレクトロニクス研究所

高機能LSI研究部部長

1997年 4 月25日

編集 発行 日本工学アカデミー

〒100 東京都千代田区丸の内 1 — 5 — 1 新丸ビル 4 —007

> T E L : (03) 3211—2441~2 F A X : (03) 3211—2443