

## 第6章：ナノテク・iバイオへのITブッシュ

・開催日 2001年5月31日 報告者 慶応義塾大学大学院教授 石井 威望

【石井教授】 ほかのお話とあまり続かないのではないかと思いますけれども、お手元の「ナノテク・iバイオへのITブッシュ」というメモを準備しましたので、これに従ってお話ししたいと思います。

まずITブッシュということですが、原理的にも学問的にも、さらに経済、あるいは軍事、あらゆるところにITのブッシュというのは、相当大きな力が加わっているということは明らかだと思います。一部の人は、ITなんて、わいわい言っているけれども、そういう現実の影響力はないんだという説もありますけれども、そういった多様な意見があるのは当然だと思います。

### 容量法則としての「質量不変」「元素不変」「エネルギー不変」

一番初めに書いてあるのは、質量不変とか元素不変とかエネルギー不変とかという、キャパシティ法則といわれていますけれども、そういうのがあるわけです。例えばケミカルなプロセスの起こる前と後で、質量は同じだとか。元素も変わっていないというので、近代ケミストリーになって物質のハンドリングが出来るようになったわけでありませう。それは、破綻する時がまいります。例えば、本当に質量が消えてしまうというようなことが起こったり、元素が変わってしまうとか。それを無理に変えようとして錬金術などをやっていて、限界にぶつかって、そうではないという不変則になった。それでエネルギー不変原則になります。これは大体19世紀であります。もう少し身近でいいますと、質量不変というときには、全部グラムで、重さの単位は全部同じです。体重であろうが生物であろうが、何でも全部同じ単位でやります。ということは、それが最も不変的でキャパシティとしては変わらない。元素も、どこかで急に金に変わったり、鉛に変わったりしないという確固たる、周期律表に従って、1回どこかで本籍地が決まってしまうと後は変わらないのだというので、これは逆にいうと非常に扱いやすいわけです。

要するに方程式が立てられるわけです。変化と関係なく前後が同じですから、等号が成立するわけです。

ところが、同じキャパシティでも、不等号のキャパシティがあります。それ以上、超えられないというような不等号なものがある。例えばエントロピーが増大するというのは、前より多くなる。イコールも入っているかもしれませんが、逆に減るということは閉じた系ではないのだという命題です。

### 情報・通信の容量（限界）法則とは

2番目に、情報というのがどういう経緯で出来たかということでもあります。情報というのは時間と非常に関係がありますので、時間に関してはエントロピー増大、熱力学の第2法則というのが不可逆性をギャランティしており、不等号なわけです。それは、初めはエネルギーの現象論として、マクロな温度で考える。もう1つ立場がございまして、これはボルツマンなんかのアトミスティック、すなわち気体分子運動論で、分子の1つ1つの運動のエネルギーの統計的な固まりとして考えられるのだということでもあります。ボルツマンのそういう理論には、確率分布が当然入ってくるわけでありまして。

近代的な意味で、20世紀に情報とか通信のキャパシティ、限界が問題になったというのは、例えばテレビの開発であります。テレビは家電製品では、ご承知のように人類最大の、当初は最後の最大商品といていたわけですが、それをはるかに簡単に抜いてしまったのがVTRでございます。その後、どんどん他に抜かれていくわけですが、1950年ぐらいまではテレビが人類最後の最大の家電商品だと思っていたわけですが、その開発のときに、初めて通信のキャパシティが問題になるのです。これは1930年代ぐらいから非常に大きな問題になる。それに対してクロード・シャノンの情報論で、通信のキャパシティ　これはいみじくも $C$ という、光の速度の $c$ と偶然、片方は小文字ですけども、同じようなフィーリングで、そういう限界存在モデルで考えてきたわけでありまして。

さっき質量から話を始めましたけれども、質量ゼロもあるのです。現在、ゼロかゼロでないか、大問題になっているのが、ニュートリノであります。素粒子の世界です。ですから、現在、全部解明されてわかっているように思うけれども、最先端では逆に色々基本的なところでは新しい問題が起こっています。

## 統計量測度（メジャー）での操作から単分子構造操作へ（究極の個別化）

3番目の色々な背景で、メジャーとして統計的な測度で色々操作する。いまでも1ビットというと電子でいいますと200個ぐらいの集団になりましょうか。だんだんシングルエレクトロニクス、1個だけで1ビットへと向っています。では、それよりもっと小さい、例えばニュートリノで1ビットということは、やはり21世紀には問題なるでしょう。ですから2つ、やはりエネルギーとアトミスティックの問題、つまり、ボルツマンのころと同じようなことはいまでも起こっているわけです。ただ、レベルが非常に違うわけで、解決した問題というわけではないわけです。

それで、単分子構造の操作ということが出来るのかどうか。もちろん分子ももっと下のハイラルキイからいうと、決してユニットとしては安定ではなく、もっと構造としても複雑です。あるいは原子核、あるいは素粒子、どんどん、もっと微小の方へ構造が分かれていくわけですが、一応、いまのところ、実用的には究極の個別化というのは単分子構造。つまり1つの分子の中に色々情報を入れてしまう。これを自然がやっている典型がDNAなのです。つまり、1953年にわかったDNAの分子構造の中に遺伝情報が全部コードされている。しかもデジタルで、AGCTという4つのアミノ酸の組み合わせで出来ている。よくいわれているように、ちょっと前の統計的な情報、エネルギーの第2法則、エントロピー増大原理などといったときの、かなり巨視的なものと、分子構造として1つ1つデジタルのコード化がわかってきたという点が非常に違うわけです。そうなりますと、もし単分子の中を操作出来れば、これは分子自身が情報分子機械になるわけです。その辺がITによるプッシュの、いまわかっている、非常に根源的な話であります。

## 複製・自己増殖プロセスへのオリジナル「一分子デバイス」

その次、4番目で初めて、情報はいまのところ非生物的な対象を扱ってきているのですが、生物とどこが違うのか。これは明らかに遺伝現象とか、それに伴う複製、自己増殖のプロセスが入ってくることです。DNAに関しては毎日実験室で増殖をやっているのです。ご承知かもしれませんが、PCR法といいまして、ポリメラーゼ・チェーン・

リアクション。これは、ちょっと変わった、ノーベル賞をもらったマリスさんという人が開発した方法なのですが、あっという間に 1000 億倍ぐらいに増殖ができますね。要するにねずみ算式に増えますから、初めの 1 つの DNA の構造が決まると、あとは自己増殖で、我々の体だって、そうして出来てくるというわけでありませぬ。ですから、これはプロセスとしては、実験的にはもうクリアしているのですけれども、工業生産としてはまだです。醸造業などでは似たことをやっているのですけれども、同じではないかというのですが、そうではないのです。醸造では、シングル、たった 1 個の分子から始まっているわけではないのです。もっと統計的にグループでやっていますから。よくケミストリーの人がいうのですけれども、いままでのケミストリーというのは、結局統計的平均値というのがなかなか除外出来ない。現在、単分子のシングルモレキュールデバイスという言葉があるのですが、これが 1 個出来れば、分子外科などといえますけれども、分子をサージェリーでいじりまして、1 つ作れば、あとは自己増殖型プロセスに入れば、いくらでも出来るではないか。大体それは 2010 年ぐらいにブレークスルーするのではないかというのが、半導体などのロードマップでナノテクノロジーが進んでいきますけれども、それとのかね合いで考えられております。

### **IT の肩に乗ったバイオテクノロジー (i バイオ)**

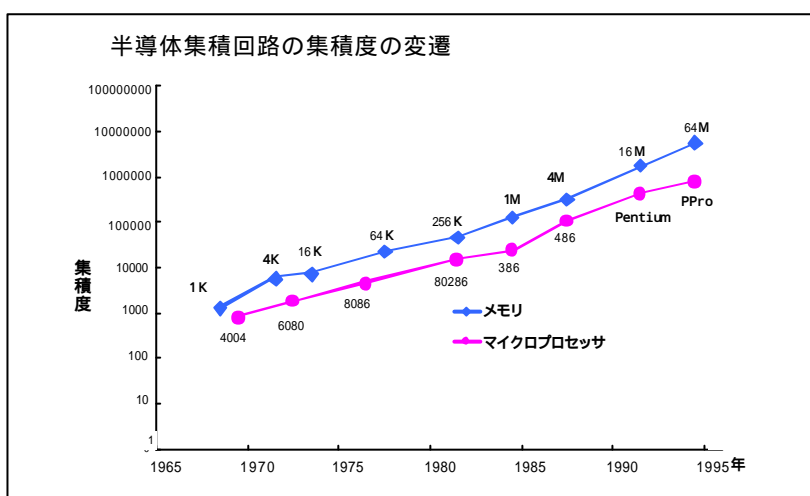
そして IT が爆発的に進んでいく、そういう IT の肩に乗って、いま、一番得しているというか、よそよりも速く進んでしまったのが、バイオテクノロジーでありまして、ちょっと前のバイオテクノロジーは IT の肩に乗っていませんから、非常に進展が遅かった。試験管を振っているという感じだったのですが、これでは例えばヒトゲノムの解析などというのは、何世紀もかかるのではないかと思われていましたけれども、去年出来てしまったわけです。それは、ここに書いてある、小文字の i がついている i バイオテクノロジー。IT の話のときに、ビジネスの話が中心だったりしますが、もっと文明的に眺めるとき、この辺のところは必ずしも十分組み込まれていないような印象をもっています。私はもともと医学部出身ですから、そういう偏りがあるのかもしれませんが。

それで、IT の大爆発というのは、1 つはそういう、色々ビジネスでも使われるよう

なポテンシャルをもっているのですが、もう1つ、IT自身がナノテクノロジーの影響を受け出しているというので、今日はナノテク・i バイオなどということを表題に掲げたわけでありませう。

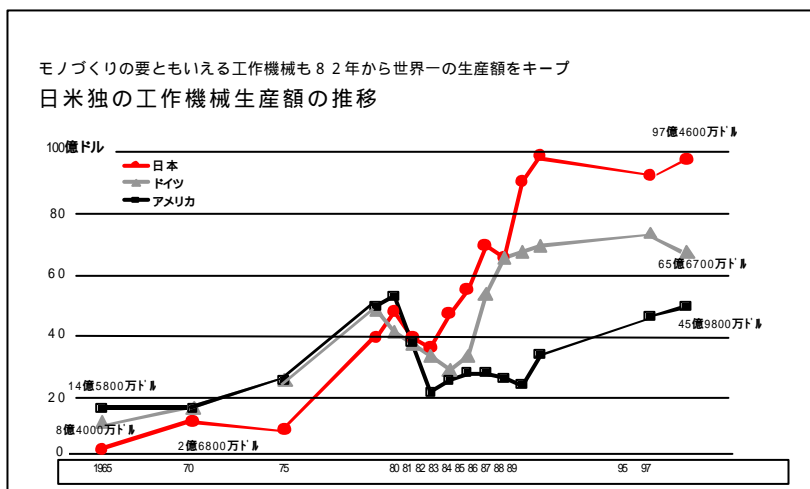
ここでちょっと配っていただけますか。1枚目(図74)は、産業のコメといわれている半導体集積回路の集積度の変遷でありまして、約30~40年の間に 縦軸はログスケ

図74：半導体集積回路の集積度の変遷



ールですから、これはものすごい爆発的なことをやっているのですが、その次の2枚目(図75)をみていただきますと、結局、モノづくりのときには工作機械の問題があるわ

図75：日米独の工作機械生産額の推移



けです。私は個人的に非常に工作機械にはこだわりがありまして、通産省にいたことが

あるのですが、そのとき工作機械の担当官だったのです。自動車産業などがスタートするときには、工作機械がいかに日本は遅れており、競争力で足を引っ張っているかというのを、よく身近に知っていたわけです。私がやっていたころは1967年という、一番左側のタイムスケールのもっと左ですから、もっと悪かったのですけれども、この赤で書いてあるのが日本の工作機械の生産額の推移であります。80年代が先進国とクロスするところです。70年代には、いわゆるメカトロ革命が起こります。ここでエレクトロニクスと工作機械が一体化される。では、メカのところが要らなくなったかということ、そんなことはないのです。後でナノテクのときにもお話ししますが、いまでも結局メカの精度が決めているわけです。

例えば、90年代をごらんになってわかりますように、ダントツで日本です。これ、97年以降、書いてありませんけれども、最近、どうなっているかといいますと、これは右下がりになっているのです。アジアが出てきたのです。あるいは日本自身がアジアで作るということになっています。金型などは世界の4割を日本で作っている、普通、常識的にいわれていますけれども、これはもう韓国からの輸入の方が多いです。いままではアジアのITが伸びれば全部日本の生産財が支える。ところが、ユニクロでもそうですけれども、向こうで作りましたのです。全然違います。5分の1か10分の1ぐらいの人件費で同じ優秀な、特に頭脳労働などが雇用可能、だから、みんなインドなどに行ってしまうわけで、これは非常に大きな歴史的な、この辺は公文先生の文明史的な事が起きているのだらうと思います。ともかくこういう事が右のスケールアウトしたところで起こっていますから、ここまでで話が終わったわけではありませんが、それでも、例えばアメリカなどをご覧になりますと、80年代からぐっと工作機械は落ちます。日本の企業とタイアップしたり日本がサポートしたりということもありますが、工作機械の中のどこが一番大事かということ、マザーマシンといわれている工作機械のマザリングのところの精度などが、さっきの半導体の、一番集積度を決めている大事なところではありません。

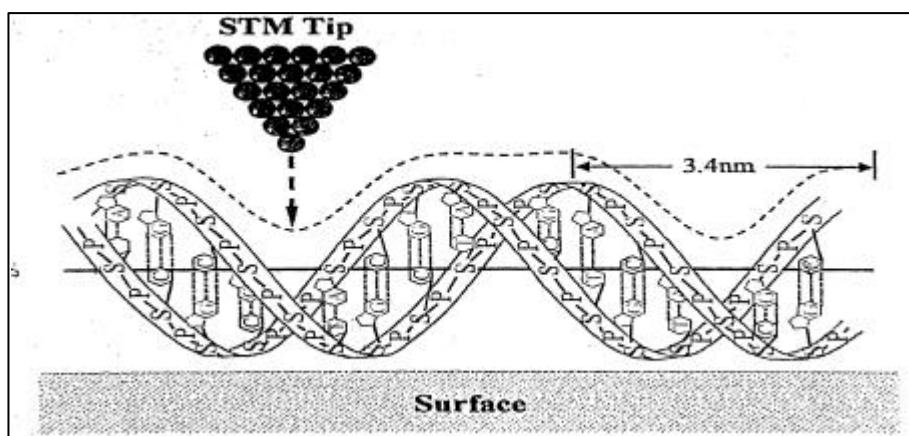
**物理学の20世紀の突破口 “ X線 ”、電子と光子（電磁波）の相互作用の場、真空管と**

## 情報（収集・計測とデータ処理）

日経新聞の全面広告で、日本の電子部品産業の特集の中にありました写真があったのですが、その写真をごらんになりますと、X線リソグラフィーで作成したマイクロレンズアレーが出ています。要するにX線を使って作成したマイクロレンズで、アレーというのはその配列であり、その1つ1つがマイクロレンズなのです。その絵の右の下の方に尺度が書いてあります。100 マイクロメートルと書いてあります。100 マイクロメートルというのはどのぐらいの長さかといいますと、マイクロというのは1メートルの100万分の1です。1000分の1がミリメートルです。だから、ミリメートルの1000分の1がマイクロメートル、その100倍ですから、要するに0.1ミリなのです。その右側に書いてあるのは、そういうレンズのコネクターのところで、光回路などというのは全部こういうところがちゃんと出来ているかどうかで成否が決まります。初めは日本しか出来なかったのだけれども、だんだん各国、特に近隣アジア、東アジアなどではこういうITのエンジン部分というか、爆発している部分というのは出来るようになり、ブレイクスルーがなされていくわけです。

その次のページをちょっと対照してごらんいただきますと、その次のページはナノテクノロジーというのがここに入ってきておりますが、三角形の配列が書いてあります。1つずつは原子です。三角形に並べてあるのは、この先がとんがっているということを示しております。具体的には、金属の線をぐっと引っ張りましてちぎりますと、こういうのが先端に出来ます。簡単に作れるのです。それをサーフェスという上に、DNAがのっているのですけれども、その上にこの先をもって近づけていきます。近づけるといっても、どのぐらい近づけるかというところで変わってくるわけでありまして、さっきの100万分の1ミリより、さらに1000分の1、1ナノメートルという、10のマイナス9乗メートル、そこまで近づけますと、従来の古典力学という物理学が使いなくなります。結局全部量子力学の世界になるわけです。このぐらい近づけますと、トンネル電流というのが、電圧をかけると流れるようになる。トンネルダイオードで江崎さんがノーベル賞をもらいました。そこに点線でプロファイルが書いてありますが、具体的には電圧をかけますと、電流が流れるから、とれるわけです。それを、同じ電流になるようにこの三角形の部分を上下にコントロールするわけです。だから、ナノメートルの

図76：DNAナノテクノロジー



オーダーでコントロールするわけです。そうすると、コントロールして同じ値になるようにコントロールした分がどれだけあったかというのをはかっているわけです。それで、10のマイナス9乗というオーダーは大変な、要するに原子、分子の中に入っていたオーダーですが、それで1つ1つの原子が見られるようになります。例えばベンゼン環というのは炭素原子の配列が六角形です。本当に全部見えますから、大変説得力をもっているわけです。天体望遠鏡でガリレオが月を見たというのに似ていまして、1つ上がこういうもの（レンズの写真）です。この100分の1のマイクロメートルのさらに1000分の1ですから、いかに小さい世界か。だから、レンズなどはナノの世界からみたら、べらぼうに大きな世界です。

そこで大事なのが、なおかつメカがきいているのです。これは、横にスキャンするとき、ナノメートルでスキャンしなければ意味がありません。そういうのが出来るようになったのです。工作機械の、さっきわざわざ生産額とかいっていましたが、それも、それは量もありますけれども、質。それがSTMといわれているものスキャン・トンネリング・マイクロスコープであります。レジュメの方では9番に括弧して書いてあります。要するに、形状がみえるようになったということ、つまり、ナノメートルの幾何学がわかるようになったのです。

それで、小さいところを見るためには小さい波長の光線が要するというのは常識であります。これは光線を使っていません。強いていうと、トンネル電流が光線になっているような感じではありますが、普通はX線を使うわけです。あるいは電子線を使います。それが6番でございまして、20世紀は物理学の世紀といわれていますが、第1回のノー



ベル物理学賞（1901年）はX線でレントゲンがもらったのです。これがもう決定的でありまして、例えば1953年のJ・D・ワトソンと、フランシス・クリックがDNAの分子構造を発見してノーベル賞をもらいますけれども、それはX線解析の結果だったのです。要するに非常に波長が短い電磁波がDNA分子に当たって干渉を起こしまして、その干渉縞の写真が撮れたのです。撮ったのは女性の科学者ですけれども、ノーベル賞をもらう前に亡くなってしまってもらえなかったのです。そういう実証があった上でDNAの分子構造がわかるのですが、そこで大問題になったのが、量子の世界ですから、波と粒子との問題です。電子というのは波の性質ももっているし、粒子の性質ももっている。あるいは光というのは質量はゼロだけれども、やはり粒子の性質ももっているのです。これが光量子仮説で、フォトンといわれているものでありまして、相対性理論を提案して、それが一番有名でありますアインシュタインが1905年に特殊相対性理論を出しましたが、それではノーベル賞をもらっていないのです。もらったのは、実は光量子の研究なのです。さっきのレントゲンの受賞といい、この光量子といい、ちょっと我々からみると変な感じがしますけれども、後から考えるとものすごいインパクトなのです。いまのデジカメなど、全部、光電効果でやっているのですから。光が飛んできて、それが電子に変わる。要するに視覚的な情報を全部、いまのITのベースである電子にする。電子の世界に入りますと、さっき言っていた、いかに集積度を上げて、微細加工で電子回路を作っていくかということが問題になるわけです。ですから、6番はちょっと難しい話なのですけれども、電子と光子の相互作用の場と。この電磁波が量子化される。量子電気力学というのが大体1950年代、20世紀の真ん中辺の大問題だったわけです。

マックスウエルが電磁場の方程式を作って、人類が初めて場というのに本格的に取り組むわけですが、その前に場の存在を直感的に示したのはファラデーです。皆さんも昔、実験で、鉄粉をまいた上に磁石を置くと線が出てきます。だから、何も無いようにみえるけれども、確実に場があるのだということが実感されるわけですが、それをちゃんとした数学的な形式にまとめて変位電流という、ファラデーが直観出来なかったものを見出し、それで電波が出来る。それが、いまのITのベースになっているのですが、その根幹のところはフォトンというか、粒子性とどうなっているか、電磁場で量子力学がどうなるかということ、朝永さんあたりが考えたわけです。

ここでもくりこみ理論というのが出てきます。下の方にも書いていますが、結局、電子を扱い、場を扱い、電磁場があり、真空管というのが出てきます。一番初めに電気を扱ったのは電気分解なのです。溶液で扱った。ここで電荷をファラデーなどが研究していたという歴史がありますが、それを真空の中でやる。放電管、真空管、いまでも使っています。ブラウン管などはみんな真空管です。あるいはこういう電球だって真空管です。ですから、ずっと残っているのですけれども、何ととっても情報の面からみると、そういう発達史がありますし、X線自身も実は真空管の中で電子ビームを飛ばしまして、それが金属面にぶつかったときに出て来るといふ、相互作用で出て来るわけでありまして、真空管と情報というのは、皆さんに申し上げるまでもなく、情報の収集とか計測とかデータ処理というのは、私も真空管のコンピューターから始めたわけです。現在は、それがだんだん集積回路になり、パソコンが出た時に初めて、これだけ広く使われると。もちろん、そのためには大変なダウンサイジングだけではなくて、コストダウン、さらに信頼性向上の実現です。

### 分子生物学の「セントラル・ドグマ」と「チューリング・マシン」

ちょっと前に戻りますけれども、信頼性というのは、ノイズと関係がございまして、シャノンが情報理論でやった一番大きな、さっきのキャパシティという概念の大事なところは、例えば電波にしる、通信容量の限界まではどんなにノイズがあってもちゃんとコーディングさえうまくやれば通信出来るという大定理だったのです。ところが1950年ごろ、一方でコンピューターを作りながら、ノイズに対してどうするかという根本的なところはないまま、実は、現実のトラブルが起っていたのです。いまでも、宇宙通信をやりますと、ものすごいノイズが入ってくるわけです。そのノイズに強い、ノイズに免疫をもったコーディング、つまりプログラムで、例えばエラーが起こったときに、それをコレクト（修正）するということが原理的に、シャノンの定理で保証されたわけでありまして。現在、その上にコンピューター、通信、すべてやっているわけです。ですから、そんなに古くはないのです。

皆さん、パリティチェックというのを時々ごらんになると思います。あれなどは一番簡単なものです。二進法のパリティチェックで引っかかれば、エラーがどこか起こ

っている。そういうモデルの原型というのが、チューリングマシンといわれています。二進法で出来る簡単な、一番ベーシックなモデルというのがチューリング。これも比較的新しいのです。現在のコンピューターにしる、通信機器にしる、ITにしる、20世紀の中ごろあたりにこういうのがどんどん出ました。暗号とも大いに関係があります。

それに対応して、さっきのDNAのセントラルドグマというのがございます。どういうことかという、DNAの情報からたんぱく質が出来るのだというテーゼです。DNAのAGCTだけを見てみると、最近、研究室などへ行かれるとわかりますけれども、もう記号だけなのです。AGCTがずらーっと並んでいる。例えばヒトのゲノムがわかったと。どのようにわかったかという、コンピューターの中に(インシリコといっていますが、シリコンの中に)嫌というほど記号が入っているわけです。どのくらいの量かという、例えば人間のヒトゲノムですと、AGCT塩基対の数、でいきますと30億ぐらいあります。遺伝子にすると4万とか5万になってしましますが、一番元のところはそのぐらいのオーダーです。だから、初期のころは、30億という記号列をどうしてハンドリングするのだと疑問だった。もちろん、手書きは不可能だし、エラーは起こってしまうし、まさにノイズの問題。結局、いまは全部自動化しているわけです。

1つだけ、ちょっと専門的でありますけれども、申し上げますと、いま、やっているやり方というのは、なおケミカルな方法なのです。自動シーケンサーでDNAをずっと拡散させて追っていきます。拡散というのはどんどん進めば進むほど濃度分布がなまってきた。先へ行けば行くほど分布の裾野が広がり、ついにわからなくなってしまうわけです。それは、人間が最後のところをみています。それでこうだということを決めて下は捨ててしまうわけです。だから、やはり錬金術以来のケミストリーの、さっき言った統計的なエントロピーが入ってくるような世界があります。

ところが、さっき言った単分子で1つの分子の中を本当にいじり出すと、STMで例えばDNAを見ます。これは本当に見えるのです。本当にきちんと見えるようになったのは1998年です。つい、この間です。大阪大学の川合教授のところで見えた。10年前に、私は『Nature』か『SCIENCE』か何かで、表紙に出ていましたから見たと思っていたところ、川合教授に聞いたら、あれは間違いだったというのです。さすがに雑誌は格好悪かったらしくてあまり言わないのですけれども、大体の科学者は10年前に見たよ

うな気がしているのですが、あれは嘘だったのです。違うものだった。最近、きちんと見ますと、2重らせんの分子構造のピッチが3.4ナノメートルなのです。きちんとはかれるわけです。こういうのが見えてきまして、1本1本ばらばらになって増幅していくなどというのもフォロー出来るようになりました。それから、原子ごとにアトムのパッケージといわれているのですけれども、つまんで原子を1つ変えるということも、分子外科的にシングルモレキュールを変えられるということになりますと、さっきいったPCR法へいきまして、これはもう従来のケミストリーとはいえなくなっています。ですから、一番新しい『Nature』などにもそういうトピックスが出ています。最近のケミストリーというのは、カッティング・エッジ(cutting edge・最先端)ではリブランドしている。バイオロジーとか、ナノテクノロジーに名前が変わってしまっているというようなことを化学者たちがこぼしているということなのです。

レジュメにDNAナノテクノロジーと書いてあります。まな板の上に乗せるのがDNAだとすると、ケミストリーというべきか、何というか、わからなくなって、そういうところが一番リーディングエッジであるわけです。だから、ITブッシュというのは比喩的にいう意味以上に、こういうことを本格的にやりだすということです。そのとき、産業なりが、当然、その上に乗っかっていますから、巨人の肩の上に乗っかっていますから、がらりと変わるわけでありまして、理論的にこのチューリングモデル、それからセントラルドグマで記号化してしまうわけです。

## 「情報力学」的世界観を支える「アンフィンゼン・ドグマ」と「DNAナノテクノロジー」

その次に書いてある8番の、もう1つあるのが、アンフィンゼンドグマです。最近プロテオームといわれています。DNAからプロテインがつくられるわけです。だから、ゲノムとくにヒトゲノムでいうと、今度はプロテインの酵素などが対象です。大して産業と関係ないと思うかもしれませんが、我々のエネルギーの一番もとというのは、ATP合成酵素なのです。地球上で2番目に多いたんぱく質がATP合成酵素でして、それで我々、こうして動いているわけです。モバイルが出来るわけです。それもわかったのは、そんな昔ではなくて、ごく最近です。STMのように、見えるようになりましたか

ら、合成酵素も見えるのです。これがまた、見えたときにびっくりしたのです。回転しているのです。1分間に数千回転、くるくる回っている。そんなのが体じゅうに嫌というほどあるということがわかったわけです。回りながらエネルギーを出したりしておりまして、そういう私たちの自然に対する世界観が変わっていく。

それで、アンフィンゼンドグマになったときに、今度は記号の世界から本当の力でものが変わる世界、まさにDNAナノテクノロジーでこうして実際に変えまして、エネルギーに変えて、経済につながっていくような世界が出てきます。だから、バイオテクノロジーというのは、何か普通はもっと薬を作ったりというようなことを考えますけれども、そういう万物の尺度である人間自身を含めて動物が変わります。稲などでももちろんやっています。ですから、この辺はITプッシュという具体的な、情報力学的世界観などと、ちょっと格好つけて書いていますが、力学というのはものを変えていくわけです。変えるのが力学でして、その下に書いてあります、同じ力学でも解析力学というのがあります。これはラグランジュが創造したのです。

### 「解析力学」と幾何学的図形（STMなど）

200年近くたちますが、ラグランジュというのはフランス革命のころの人です。彼は何を得意気に誇ったかということ、ラグランジュ著の解析力学の中には絵が1枚もないのです。全部数字なのです。数字というか記号です。つまり代数的になってしまった。確かにデカルトのときも、幾何学という図形が一切なくなって、全部代数になったわけです。そんなことが何でいいかということ、これは量子力学に行くときに絶対にそこを通らないといけない。だから、ラグランジュは自分の本には絵がないと誇った。ニュートンまでは絵でやっていた。大体ニュートンの「プリンキピア」というのになると、ユークリッドの原論と同じタイプで書いてあって、全部幾何学なのです。だからこれは、文字通りさっき言いましたセントラルドグマで、遺伝情報を全部記号に変えてしまった。ですから、これが記号と違うところは、幾何学的形状がわかっているということです。1953年にわかったのは、形状を抜きにした解析力学的世界でわかったのであって、力学といっても、空間の形とか、そういうのはわからなかった。

最近、情報力学というのも、情報というのは初め、当然記号から入っていきますけれ

ども、それが力学へ転換出来て、逆にアンフィンゼンドグマというのは積み重ねていく。だんだん、たんぱく質からオルガネラからミトコンドリアから筋肉から、あらゆる活動へいきますけれども、そういうところは構造がわかり出して初めて出来るわけです。つまり幾何学的図形というのがSTMなどで、9番に書いてありますようにわかり出したということが、大きなITプッシュのバックグラウンドでございます。

### 「くりこみ理論」とフラクタル幾何学

10番になりますと、これは朝永さんがやった、量子力学におけるくりこみ理論だけではなくて、最近くりこみ群の方法というのがあります。これがフラクタル幾何学。つまり、ニュートンの力学というのはユークリッド幾何学、絶対空間、絶対時間のような、そういう構造になっています。アインシュタインになりますと、そうではないのです。非ユークリッド幾何学の世界になる。現在はこのフラクタル幾何学とか複雑系とか、そういう世界。これに対応する物理学がくりこみであります。くりこみとかくりこみ群というのはどういうことかといいますと、さっきの量子力学で朝永さんなどが始めるのですけれども、古典的な考え方でいうと、真空の中に電子が1個運動しているというときには1個だけで考えればいいのですが、空間と電子が無数の可能性をもったインターアクション、相互作用をしているというのが量子力学ですから、無限というのが入ってきますと、例えば真空の中に無限にエネルギーがあるというような、式の上では何か変なことになってしまうのです。現実にはそんなことは起こらない。電荷だって、普通の電子が持っている電気の量というのは一定であります。朝永さん達がやったのは、無限大になってしまうのだけれども、強引に数値を置きかえます。くりこんでしまうというか、無限にあるのをずっとたぐり寄せてまとめてしまう。そういうことをやったのです。これは実によく合うのです。実験値に置きかえていくと成功するという意味はもっと本質的でございます。従来の考え方、つまり無限大になってしまうような、くりこみを施されていない裸の電子と、本当に観測されるものはくりこみが行われて、一定値の有限の値の何かを持っているものと、2つが存在すると。無限大になってしまうからなくなってしまいうというのではなくて存在するというような世界観が出てきました。

フラクタルは、それをもっと一般化しまして、スケーリングというのですけれども、

スケールをどんどん変えるわけです。例えば虫眼鏡で見る、あるいは望遠鏡で見る、色々見方が違います。そのときに、自然のデータが変わるわけです。そのスケーリングの変換で変わり方を比較しまして、色々な状況の、相転移などが一番、ウィルソンが対象にしたのですけれども、水の相転移もありますし、原子関係の相転移、ゾルとゲルの相転移、色々ございますが、そのようなことがくりこみ群の方程式になったわけでありまして。詳しいことをいい出すと、きりがありませんから省略します。

それに対応するのが、実はフラクタル幾何学でございます、これは 1974 年です。マンデルブロがやったのですが、これはどういうことかということ、スケーリングをずっと変えます。臨界状態というのがあります。臨界点という非常に特異な点があります。臨界の近くで揺らいでいるのが大きくなる。その臨界のところ、実は、いま言いましたスケーリングが全く効かなくなるのです。これは不思議というか……。これを幾何学で置きかえますと、いわゆる自己相似性という、色々拡大を変えてみても全部同じ図形が出て来る。いま、CGでも使っていますよね。フラクタル図形。これが 1980 年代になると、パソコンの普及と同時に、文系の学生でも 1 ヶ月もあれば出来ます。興味さえあれば、ソフトのパッケージもいくらでもあります。妙な図形が出てきます。その図形は、いくら拡大しても同じ図形が出て来るのです。そんなのがあるのかということ、むしろ自然にはそれが多いのです。いままで、拡大すると全部直線になって、接線が引ける、そんなのはごくごく希というか、例外的だったのです。まさにバーチャルリアリティだったのです。

しかし、ニュートン力学はそれで出来ているわけです。1 次元、2 次元、3 次元などといっても、そんな次元はごく限られたときにしか、それしか計算出来なかったというのが言い訳だと思いますが、いま 1.1 次元、1.3 次元、あるいは脳の表面など、この形状は普通の従来の幾何学では扱えません。だって、次元が 2.5 とかなのですから。あるいは我々の血管にしる、その辺の煙の形にしる、あれは従来の幾何学で微分積分が出来るような、拡大すれば直線になってしまうというような、そんな形ではないわけです、本質的に。だから、自然というのは、特にバイオが入ってきますと、完全にフラクタルでないと不可能だということが、逆にだんだん常識になってきました。

90 年代になりますと、普通の一般の人がこれだけ情報を使いますから、IT プッシュ

などということで、そっちへジャンプした。ちょっと学問的すぎたかもしれませんが、そういうことを背景にすると、古典的なバイオではなくて、i バイオの形でITが本格的に入っていったり、あるいはナノテクノロジーで、こういうところへ入っていくということが、大きな文明の流れで、これは不可逆でしょうし、ビジネスでいいますと、それが出来ないところが競争に負けてしまうのです。

### ナノテクノロジーのロードマップとITブッシュの連鎖サイクル

その次のところをちょっとごらんいただきますと、これがナノテクノロジーのロードマップといわれているものであります。ナノテクノロジーを引っ張る1つは、確実に半導体分野でありまして、ここに書いてあります微細加工の線の幅というか、回路のデザインルールであります。2000年で大体170ナノメートル、さっきのこれが100マイク

図77：ナノテクノロジーのロードマップ

#### ナノテクノロジーのロードマップ

	20 00				20 10		2020
半導体分野の要請 (ロードマップ)	170nm	130nm	100nm	70nm	50nm	35nm	
	微細加工技術	(2003年)	(2006年)	(2008年)	(2011年)	(2014年)	
ナノマテリアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>超分子自己複製材料の開発</li> <li>分子配線(ナノワイヤー)の実現</li> <li>超分子発光体の開発</li> <li>複合系ポリマー電池の開発</li> <li>・ナノ組織構造の原理が明らかにされる</li> <li>・ナノ構造組織体形成、変更の制御が可能になる</li> <li>自己修復の原理が明らかになる</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>・自己増幅材料の開発</li> <li>・太陽エネルギーを変換する超分子ナノ構造体の開発</li> <li>・有機高分子ナノ構造体による超伝導材料の開発</li> <li>・1分子デバイスが構築される</li> <li>・超分子構造の自己複製原理が明らかになる</li> <li>・自己増殖の原理が明らかになる</li> </ul>		

ロメートルですから、これの1000分の1の世界です。それがナノメートルの世界です。いま、この辺に来ていますが、大体2005年といわれています100ナノメートル、約半分になる。この辺で集積度がばんと上がります。だからいまの色々な、例えば携帯電話にしる何にしる、2000年までの技術でやっているの、この辺になりますと変わります。それからもって歩けるチップの中に、いまでもギガビットというのは当たり前になりましたけれども、もう1つジャンプをします。日本の場合、いま、必死になってここをや



っていますが、まだ下に書いてあるようなナノマテリアルという、ナノテクノロジーを使ってどんな新しい物質が作れるか。原理的にどうかというのが書いてあります。機械というのはいま、自己修復していません。情報だけはしているのです。さっき言いました、自分でエラー検知が出来るようにして、その結果、どこがおかしいかというので、二進法ですから逆にすればいいので、自己修復しているのです。だから、こうやって通信が出来るので、その情報のみならず、マテリアルで、例えば原子などの自己修復が出来るということになります。

2010年のところをみますと、50 ナノメートルです。これはやはり完全に量子力学の世界に入ります。そして、自己増殖の原理がわかるようになる。というロードマップでこれから進むだろうということをごさいますて、ちょっと時間の関係がありますから、先を急ぎますと、11番に入りたいと思います。

結局、ITブッシュと私がいっているものの具体的な背景をごさいますて、これがあ種の循環に入ります。ITブッシュというのはぼんち行くのではなくて、IT自身、あるいはナノテクノロジー自身にも返ってきます。ITを使ったナノテクに入り、ナノテクを使ったITと。あるいはバイオが完全にそうでありまして、iバイオなどというのはITを使っています。しかも、DNA、ナノテクノロジーという、この三者は三つ巴で別々に考える方がおかしいくらいで、完全に同じに考えていいのではないか。21世紀はそういう背景で運命的な大きな変化が起こる。

## ミームとIT、そしてアジアのIT

12番は、さらにさっき言ったDNAの中の遺伝情報、ジーンの、ジェネティックな情報に対しまして、ミームといいまして、完全に後天的な、しかし1回覚えたら日本語を変えられないような感じの疑似遺伝子的な情報も入る。高等動物になればなるほど、それが多くなっています。テクノロジーもそうかもしれませんが、例えば子育てとか性行動とか求愛行動など、けんかの仕方ともそうです。降参の仕方などもみんな、後で覚えるので、これが出来ない動物園のサルなどは困ってしまうのです。本当に殺されてしまいます。そういう意味では、ミームが外側のメモリーとして、人間ですと、後天的に脳メモリーとして、いまやそれがもっとインシリコのメモリーとして出て来るわけです。

これはリチャード・ドーキンスという、今度オックスフォードの教授になりましたけれども、ずっとミームを提唱しているのです。「セルフィッシュジーン」という有名な本を書いています。最近では「虹の解体」という面白い本もありますが、そんな世界がある。

最後にアジアのことがちょっと書いてありますが、アジアの場合、バイオが入り、ナノテクは日本が非常に強いといわれていましたが、それが近隣諸国、工作機械にしる、モノづくりのアジアになって、私はモノづくりをこじつけて、半分ジョークでいっているのですが、モノはMでしょう。ナノはNなのです。メートルとかミリとかマイクロとかミクロンは全部Mです。私が工作機械担当官でいたころは、ミクロンを超えるのにふうふういっていた。いまは次のナノへ入る。だから、モノづくりからナノづくりに入るというような、そういう意味ではMNジャンプをやっている。半分、スローガンのようにいっているわけです。アジアは、モノづくりでは完全にもう、場合によっては日本と競争しても日本が不利だというぐらいになっているのではないかと思いますし、ナノづくりも、これは遠からずやると思います。日本とも一緒になっています。

それで、いままでの中でかなり意識的に、ソフト的なところを随分除外した話をしていますが、ソフトと実は一体になっているわけです。いま、申し上げたようなことは、ソフトを作らないと、実は出来ないわけです。そういうソフトの蓄積、あるいはノウハウみたいなもの。ソフトだけでもありません。使いこなす着想とか経験とか失敗とか、これは日々、例えばiモードなどでもそうでございます。今日も、この席では出来ないのですけれども、毎週やっているチャレンジがありまして、ちょっとご紹介しますと、皆さん、聞いておられますね。僕の話をもどくらいわかっているのだろうか。顔を見ながらしゃべっています。長年の教師のプロフェッションで大体わかるわけです。うなずいているとか。ところが、皆が携帯電話をもっている状況になったわけです。現在、ハイテクの、実は丸の内・シティ・キャンパスという慶応の社会人教育がありまして、5時から8時までやっているのですが、そのとき、大体大企業の30代ぐらいの人たちが来られまして、かなり高い値段で授業を聞いておられる。6回ございまして、1回ごとに新しい一番先端のことをやっている助教授クラスに来てもらいまして、私もホストでやっているのですけれども、この人たちはある意味で専門家でどンドンしゃべるわけです。全部正しいことなんだけれども、聞いている方がついていけないということが大い

に起こるわけです。それがありまして、これが別に無料で一般公開なら別にいいのだけれども、相当お金を払ってやりますと、困ってしまうわけです。

いままでそれが出来たのは、大体何年生ほどのぐらいのことが出来て、聞いている人がいわゆる特殊な学生集団だったのだけれども、今度は色々な人が聞いています。しかも、ゲノムからナノテクから、いっぱいあるわけです。バーチャルリアリティーから。そうしたら、全部の専門家などいないわけで、しかもそのトップがやられるのだから、ある意味でたまったものではないわけです。そこでどうしているかという、持っていない人にはこちらからお貸しして、全員に携帯電話で聞いているわけです。例えば、5分経ちます。わかりますかと。マルチスクリーンのこちら側に結果を出しているわけです。そうすると、例えば30%しかわからない、70%はもうドロップアウトしている。このまま続行すれば、わからない人ばかりで、お義理に聞いているようなことになりますから、そこでそれをみながら、ゲストのスピーカーに、もう1回言ってくださいとか、もっと易しく言ってくださいとか、変えましょうと。もちろん、事前にそういうことをやりますから、用意しておいてくださいということは言っているわけです。それでももう1回やるわけです。そうすると、30%が80%ぐらいになれば、50%アップしましたから、続けましょうと。あとの20%はどうしましょうかということになるわけです。聞いている方も自分で答えます、いま、どの辺だと。それを見ながら、自分は先発集団ではなくて、後ろの方にいるなということもわかりながら聞く。一種のナビゲーションをやっているわけです。メーターをみながら運転しているのと同じです。計器飛行をやっている。

それでずっと見ていきますと、従来の我々、こういう事がなかった状況でのコミュニケーションと、ハイレベルのインフォメーションを、理解を確かめながら進めていくというのは、全く違うわけです。現在、6回のうち2回終わっているのですが、もうデータもその場に出てきますから、全部とっておりますし、ビデオも撮っていますから、解析中です。ですから私たちは、普通、こういうお話をして、講義をして、聞いて、メモをとって、印刷物を作る、そういうパターンの中で閉じて考えていたのですけれども、もう1つ、こういうのが出ております。教室の中でもみんな学生は私語はしないけれども、メールは打つということは毎日やっていますから、それをもう少し善用したわけです。儀式として、投票所へ入ったらメモはいいけれども、紙切れをもってきてもいいけ

れども、コミュニケーションは出来ないというのはおかしいではないかと、議会などの若手がいま、突き上げているようでありますが問題になっています。

マルチタスクと私は言っているのですけれども、1つのことをやるシングルタスクの分業の従来の経済システムではなくて、こういうのが入ってきますと、2つ以上のことを同時にやるのが、むしろ可能になったわけです。もちろん、それを排除するという選択肢も当然あるわけです。どっちかという、いまはそうです。でも、現実にはやると思いますね。学生を見ていてもそうですし、私もやってみました。自分をモルモットにしてやってみました。いまでもそうですけれども、ここは幸いにして……不幸にしてか、圏外で、電波が入らないようになっているのです。だからいま、私は情報が伝わらない場所に置かれている。普通ですとちゃんと電波が入ってきて、これでメールを、10分に1件くらい、必ず入ってくるようになっていきます。それが日常になっているわけです。それがマルチタスクでパラレルに人間というのは能力を持てただけけれども、チャップリンのモダンタイムスが皮肉をいったように、1つの所で1つのこと以外は1つの時間にやらない。学校の時間割から全部そうです。だけれども、ようやく最近、例えば新幹線の中でこういうのをやると。それをやらないと飛行機に負けてしまう。そのような形で、私たちの周りの若い人はやっているわけです。私的にやっていたのだけれども、それをビジネスとして前向きにやるということが起こり出しました。

やり出してみると、確かにマルチタスクは出来るのです。皆さんもおやりになったらいくらでも出来る。それが、どちらかという、すべて抑制的に出来ています。例えば、こういう所で見ながら、通信しながら歩こうといったら危ないのです。特に階段などは一番危ないわけです。エレベーターだったら問題ない、スロープだったら何ともないという意味では、発信がしやすい、要するに行動自身も変える、社会通念も変える。もちろん、やる時もこんなにしてやるのが必ずしも格好よくもないわけだし、だんだんウェアラブルになって、洋服につく。さっきのナノテクを使えば、有機ELで相当いい、ふにゃふにゃだけれども、こういう所につけられますし、将来は、バイオを使えば、さらにES細胞を使って、最近人工皮膚が出来ますから、バイオウェアラブルになりますし、これはもうそういう方向のプロセスに入っている。ITプッシュがそっちへ行く。ですから、うんと手前でいいますと、繊維産業とITがドッキングするのはウェアラブルで

す。通産あたりでも繊維の連中が非常にウエアラブルでこういう所にいっばいつけるのを研究しています。ちょっと皆さんに差し上げられませんが、メディアファッションショー、要するにウエアラブルファッションショーを、先週、やりました。ここについているのがいまの有機ELでして、これはナノテクで作っているのです。こんなのが次の我々のITのインターフェースで、いまやっているのは過渡的な状況です。その点では日本の場合、かなりモバイルが先行していますので、面白い歴史的な流れの中にあるのだらうと思います。

### **[ 質疑応答 ]**

#### **大学の研究分野の再構成**

【伊藤委員】 1ついいですか。私、大学を出ていないので、よくわからないのですが、物理学だとか、ユークリディアンスペースからアインシュタインにあって、そしてフラクタルになってくると、すごく哲学的なところ、大学の組織も含めて結晶型からアモルファスフラクタルっぽいものになっていきますよね。理科系、文科系と、日本では結構分けているんですけども、かなり文科系のいままでの情報のラーニングの蓄積と融合するんじゃないかと思うんですが、大学としてはどのように対応して、学部の分け方とか、いまの話ですと、全部一緒になってしまうという感じなんですが、どこがどうと考えていらっしゃるんですか。

【石井教授】 私が1人で全部お答えするよりは半分は公文先生がお答えになった方が、良いかも知れません。この間も電子情報通信学会で人文科学と自然科学の共創でしたが、というようなことも言っていて、いまのことだと思うんです。具体的に理科系の方の話をして、従来は、工学部などというと、おっしゃるように非常に産業革命以来の分野というのが固定していたんです。ところが最近では、ナノテクぐらいまではまだしも、バイオ、DNA、ゲノムになったら、従来、それは農学部だとか医学部だといったところをむしろ取り込まないと、多分ITの最大の需要分野だと思うんです。ヒトゲノムはやっているけれども、プロテイン、あるいはイネゲノム、そこから得たものはものすごいものでしょう。それを除外した話というのは、人間がやる情報量というのは、仮にハリウッドにしる、何にしる、そんなにたくさん作れない。でも、神様がお作

りになったものというのは自然には嫌というほどあるし、それが動いているわけですから、微生物まで入れてね。ですから、いま、病気というと、全部ゲノムをみているわけです。それから、従来、例えば文法などというと、チョムスキーの普遍文法とかストラクチャルシンタックス、あんなのもみんな現象論としてはあったんだけど、最近はそのゲノムが第七染色体のどこにあって、どうだというのが、例えばオックスフォードかどこかの連中がスピーチ1などといって、チョムスキーがいていたのはここですよとか。自閉症という、これは完全に精神作用だと思っていたら、それに対して自閉症になるゲノムがここにあるというようなことも対応づけている。ということは、逆にいうと、そういう医学にしる、ゲノムにしる、ゲノムとなれば、ここにありますようにナノテクとかと融合しなければいけない。そこはむしろフロンティアで一番マーケットが拡大し、ITプッシュがある所ですから、自動的にそうならざるを得ない。これは90年代の初め頃にわかるんです。だから、MITを初め、必修科目にしましたんです。ゲノムとか分子生物なんていうのは。全員がその専門家にはならないかもしれないけれども、語学とか数学が必修で全部やると同じように、そういう意味ではかなり先行的な所では、そういう人材でないと、後で、従来のカリキュラムでやっていたのでは、非常に競争力が落ちてきているということです。あと、ちょっと文系の方は公文先生に。

【公文委員長】 一言でいうと、量子論的な考え方を人間の個人や社会のあり方と絡み、どう考えるかというのが1つの大事なポイントだろうと思うんです。それから、ミームの問題は脳科学で基礎づけることをしないと、ジーンの方はやっとならDNAの方が見えるようになったんだけど、ミームはどうやってみるのかという問題があって、多分、見えるように……

【石井教授】 それもついでにいいますと、これもITとっていいと思うんですが、具体的にごらんになろうと思ったら、この辺でしたら女子医大に行かれたらいいです。うまく予算がつかまして、この間、私もいらっしゃいというので行きましたが、予想以上にいいです。どういうことかということ、手術のとき、ファンクションと関係がありますでしょう。脳をあけて、脳の中は痛覚がないんです。手術しながら見てきたわけです。ここだと急に答えがなくなった、ここは危ないから残しておこうとか、ここはガンがあるからとろうとか、そういうことを現に100例近くやっています。ということは、

脳のファンクションをディスプレイしまして、場合によっては脳をあけないでバーチャルリアリティを重ね合わせまして、外からガンマ線のガンマナイフで、血を一滴も流さないで壊してしまうというようなことも、現にやっています。ですから、逆にいうと、脳でこういうアクティビティがあるのはいま、どこだというのが、昔は動物実験をやったり、あるいは死んでから解剖してわかってきたんですけれども、そうではなくて、生きた人で、外から血を流さないでも出来るようになってきたし、手術なんかも面白いです。MRIを横に置いておきまして、手術してMRIでみられるのです。みて、またすぐ出すとか、あるいはその映像を、まさにバーチャルリアリティで重ねてみるとか、実用化してまして、脳外科というと、昔みたいなハードウェアの世界だけで粗っぽくやっているというよりは、さっき講義をインターラクティブにやっているのに近いんです。手術もインターラクティブ。しかも物質的なチェックはMRIでやりながらやっているという現実が、予想以上に早く進んでいますから、ぜひ、何かの機会にはご覧になるといいと思います。

【公文委員長】 そうなると、科学のレベルでいわゆる文科系と理科系は区別する必要があるのでですね。それから工学のレベルと芸術が一緒になると、またこれも区別の必要は必ずしもなくなるんじゃないでしょうかね。

## **iモードと芸術**

【石井教授】 iモードでは芸術に近いと思うんですけれども、俳句をやっているんです。私の方でシステムをサポートしていますが、黛まどかさんとか、iモードで俳句をやっています。列島縦断お花見俳句大会とか、バレンタインのときも列島縦断でiモードでやっていますね。だから、芭蕉のころの俳句、それから短冊で書いていた、筆で書いていた俳句と、iモードでネットワークとリンクした俳句。俳句人口なり、俳句をやりたい人は高齢者もたくさんいまして、一番初めに俳句を、私が知っている範囲でやった人というのは、60歳の女性で、しかも山形県の山奥にいる人だった。やりたいんだけど、雪が降って出来なかった。それでiモードでやっている。

それからもう1つは、桜の下に行って俳句を打って、全国と交信するなどというお花見なども、ひょっとしたら現場で、アフォーダンスの中で色々感動を伝えるというのが、

本来のあり方かもしれない。その辺も、去年からやっているんですけども、始まったばかりで、娯楽とか文化の面です。公文先生おっしゃるとおりです。

了



## 第7章：e - ビジネス

・開催日 2001年5月31日 報告者 小久保委員

【小久保委員】人が幸せになるため、人が楽しくなるためというのは、1人では楽しくなれなくて、人がつながるといことがとても大事なんだろうというように私はずっと生きてきて思って、人と人がつながる、人と物がつながるとか人と企業がつながる、企業と企業がつながる、何でも構わないのですけれども、リレーションというものを大事にして、そういう場を私は提供していくことをやりたいなと思っていました。それで、その集大成としてというか、「この指とまれ」というものに出会って、これは私が一生涯やるものなのかなというように思って5年間やってきたという状態です。

### 「この指とまれ」登録の現状

「この指とまれ」というサイトがどういうものかということ、もうご存知の方も多いと思うのですけれども、小学校から大学まで、日本に約5万校あります。文部省は4万7000校と言っているのですけれども、当サイトでは廃校になった学校であるとか、統廃合、名前が変わったり、先日、浦和市と与野市と大宮市が合併して、さいたま市が出来ましたが、学校の名前も変わってしまうのです。変わってもすべてご登録しますという事で、現在登録させていただいているのが約4万9000校ございます。これもどんどん増えている状態です。

それから現存校というのは簡単にご登録することが出来るのですけれども、いまはもう高齢者の方々もインターネットにどんどんつながるようになりましたので、そうすると国民学校を入れてくれとか、尋常高等小学校を入れてくれとか、満州にいたのだけれどもというようなお問い合わせもたくさん来るようになりました。そういう学校を登録しても、登録者が増えるかということ、なかなかそうではないのですけれども、学校の名前を見るだけで懐かしいというように喜んでいただける状態が続いておりますので、それでしたら、どんどん登録していきたいと思っております。

サイトを開設したのが1996年5月27日で、先日、5周年を迎えたところです。登録

者総数が 168 万 1000 人、これは小学校から大学まで学校を網羅しておりますので、小学校と中学校と高校と大学と、皆さん複数校登録されますので、トータルで 168 万人。それからユニークユーザーが 5 月 20 日くらいですか、100 万人を突破しました。ですから、いま、ユニークユーザー 1 人当たり 1.7 校登録いただいているという状況です。登録学校数は 4 万 9000 校ということです。月間来訪者数が 800 万～1000 万ビュー、これは広告バナーを張っているところの集計をさせていただいております、100 万人いるにしては 800 万ビューというのはすごく少ないのではないかといわれていまして、ここのところを増やした方がいいのか、増やさない方がいいのかというような議論もままあるのですが、こういう状況ということです。

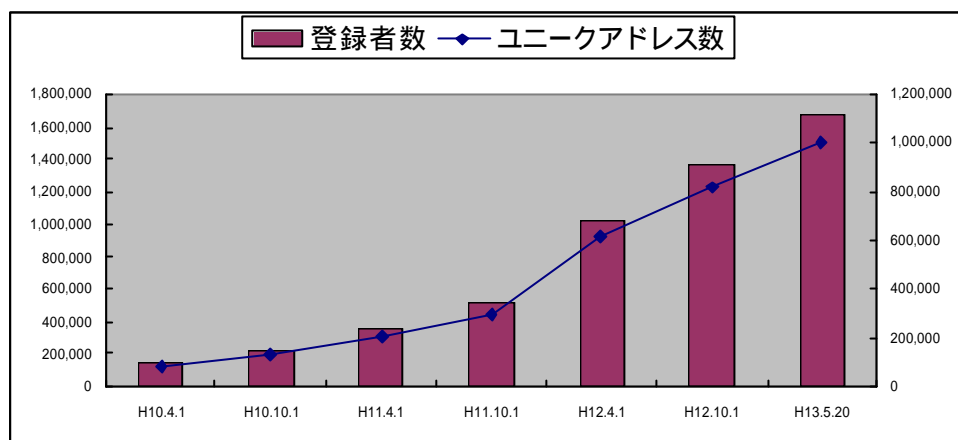
プロフィールとして、簡単な資料だけですので、さっと紹介させていただきます。2 ページ目の所で、ユニークアドレス数と登録者数の推移ということで流れているのですが、1 年目で 3 万人。今回、すごくグローバルな世界的なお話で、インターネット人口が 5 億人という話とかされていたのですけれども、ゆびとまは、私、1 人目の登録者から、1 からやって、しかも大きな投資が発生したわけではなくて、私 1 人の経費から発生している、個人のホームページから発達していったものであるということ。それが 100 万人まで到達する。3 年後には 1500 万人までにしようというように、もちろん私も願っていますし、ユーザーが一番願っていることです。

#### 図78：ウェブ同窓会「この指とまれ！」概要

有人複眼による事前目視管理、SSL対応、個人情報徹底管理などセキュリティや人権などへの配慮が行き届いているため、インターネットをはじめたばかりの初心者でも利用しやすい「安心のサイト」として定評があり、国内ではコミュニティの定番サイトとして定着してきました。

サイト設立日	1996年5月
登録者総数	182万3千人
ユニークユーザー数	106万8千人
登録学校数	4万9千校
月間来訪者数	800～1000万View
	(統計値2001.10.01現在)

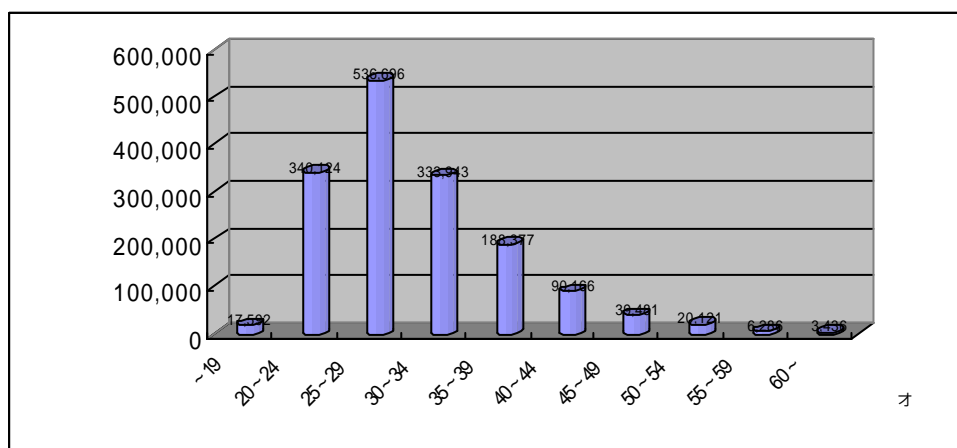
図79：登録者数・ユニークアドレス数



それから、この勢いに対して色々な方々が面白がってくださって、「この指とまれ」を一緒にやってやるのが、もっと面白いことが出来るのではないかと皆さんが感じていただいていたということなんです。

5年間の歩みとして、また後で紹介させていただきますけれども、ユニークアドレス登録数として、こういう推移になっております。それから年齢別としては、もうこれはインターネットの人口の分布と全く同じ状況が発生しております。20代が約半分、25歳から29歳までのところで50万人、それで徐々に下がっていているということです。19歳以下と60歳以上をカットさせていただいておりますが、実際には、小学校から大学までの現役生を受け入れておりますので、8歳の小学生の方にご登録いただいております。それから80歳までいらっしゃいます。そこを合わせても、約2万人ぐらいの方々がいらっしゃいますので、この辺はすごく面白い数字ではないかと思えます。

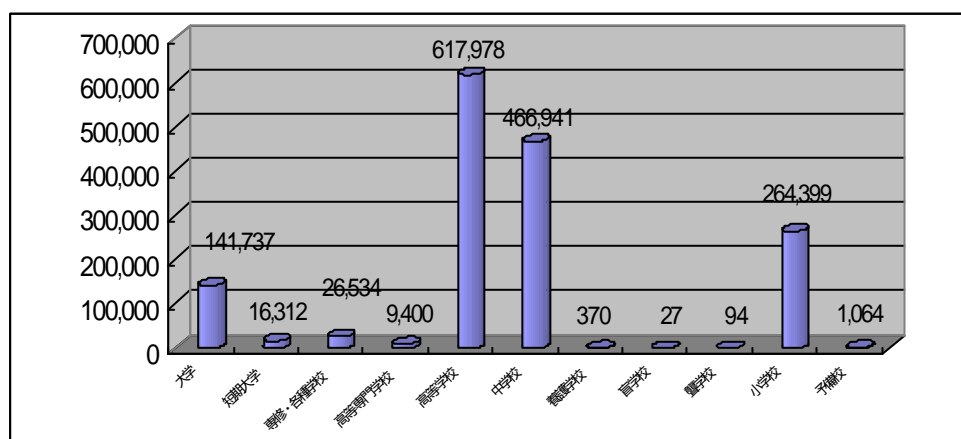
図80：年齢別登録者数



「この指とまれ」としては、同窓会というキーワードですので、もう少しこの分布がシフトして、40歳台前後、ちょうど私の世代前後に高くなってくると、同窓会としてのビジネスは成立するかなと思っております。この時点ではまだちょっと若いかなという状態です。

次のページを見ていただくと、高校のところは61万人、高校の区分で皆さん、懐かしさというものを感じていただいているようです。100万人を5万で割ってしまうと、学校あたりで、もう本当に少ない数字になってしまうのですが、高校に集中しております。皆さんが登録して、自分の母校を探していただくと、高校レベルですと大体平均で300人から600人ぐらいは既にいます。その中で百周年とかいう学校も当然ありまして、早稲田大学125年と、先ほどお聞きしていたのですけれども、そういうレベルになってくると、300人いても、1学年に3人しかいないというような話になってしまいますので、出会う確率というのは少なくなるのですが、100万人いれば、何とか皆さん、色々な方に出会って、そして喜んでいらっしゃるという状況です。

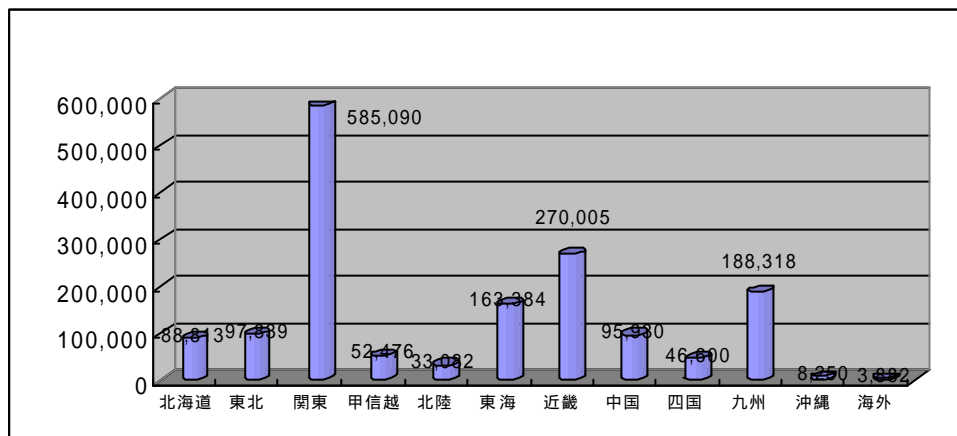
図81：学校区分別登録者数



その下は地域別に見たところなのですが、関東が60万人、近畿が27万人、それから九州が18万人と健闘しているのですが、これは私、本社が長崎ですので、若干、長崎、頑張っているかなという数値が出ております。関東が多いのは、やはり学校が集中しているということです。

まだ学校が少ない所もたくさんありまして、島根県と須藤先生はおっしゃっていたのですが、島根県や鳥取県というのは大学が1つとか2つとかいう状態なのです。それでは若者もそこには集中しませんし、どうしても外に出ていかざるを得ないなど。だから、「この指とまれ」だけを見ていても、何か社会をどうすればいいかというのが、少しみえてくるのではないかと分析して、面白がっていたりしています。これがいまの現状のプロフィールです。

図82：地域別登録者数



### 「インターネットで同窓会」がきっかけ

「この指とまれ」を作ったきっかけというのは、私がインターネットをずっと面白い、面白いと思いつつも、地方にいたものですから何とかインターネットの可能性である距離を超える、時間を超えるという部分の、この2点に対して非常にひっかかりがあったというか、これを使うことによって何か生まれるものがあるなということ、それからずっとやってきたつなぐというキーワードに対して、最も面白いものは何かということを探索しておりました。インターネットが始まる前というのはBBSを私、サイトを立ち上げておりましたので、それでバケツリレーの全国網をやっておりまして、ネットワーク自身はずっとやっていたのですけれども、それはまだスキルが高い方々しか参加出来ないような、スキルが高いというか、オタクとかいうような方々しか参加出来なかったのですが、インターネットになって全国の皆さんがつながるようになるのではないかと

のように喜び勇んでいたところに、私の高校の同窓会をやろうと、現実的な話が舞い込んできました。これはインターネットを使わなければいけないという話で、私の学校だけをやろうと思っていたのですが、このことを考えたときに1億2000万人全員同じことがいえるのではないかとこのように考えました。私はコンピューターの技術者だったので、今日考えたことは明日、もうすぐ出来る状態にたまたまあったということで、ではみんなの分をやってしまいましょうということをやったのですけれども、そのときに私1人で1億2000万人を肩に背負うということはとても無理だと。それは当たり前の話で、ではどうやったら出来るのかということです。国家予算がおりるわけでもないし、私のお小遣いは微々たるもので、それをどうしましょうという話です。

それで、学校が5万校あるという、5万という数字も全然知りませんでした。とにかく私の周りにいくつぐらい学校があるのだろうということからスタートして、動き出した。電話帳で高校を調べると、長崎で学校は300校ぐらい調べることが出来ました。では、長崎だけやろうかなと思ったのですけれども、やはり全国版がいいということで、47都道府県があるということはわかっていたので、県だけを並べて、学校は長崎県の300校だけを羅列して、それから公開しました。

いま、インターネットでたくさんのコンテンツ、先ほどECだけでも3万5000サイトというお話があったのですけれども、たくさんあるサイトの中で、すばらしいものを作ったとしても、それを広げるというのはとても難しい話だと思っているのです。それを広げるときに、私が先にやっていたBBS網のネットワークを使って、口コミで広げていったということです。口コミの広がり、同じキーワードで皆さんがそれに協調してくださったら、そのバイラル効果というのはとてもすごいものがある、学校が300校しかなくても、面白いというキーワードは北海道、沖縄までというのはすぐに伝播するわけです。それで、それを使うためには待っているだけではなくて、自分たちから何か働きかけることによってそれがもっと大きなものになるということが皆さんわかれば、すぐに動き出して下さるということで、ボランティアの方々が続々と集まり出し、300校だった学校が、1000校、1万校というようにどんどん増えてきました。既にいま5万校。いま、現在も、その5万校の学校情報というのは日々更新されておりまして、学校が移転しました、キャンパスが増えました、統廃合になりましたと、そういう情報

は全部ボランティアの方々というか、一般のユーザーの方々が修正を、メンテナンスをしているということです。

「この指とまれ」というのは、私1人というか、少数で出来るように作ったサイトで、プログラムが3000本、実はあるのですが、実際は2～3人でコントロールしましょうと。あとは全部ロボットにやらせましょうと。そうしないと、人的労力をかけるだけの経費もありませんので、ロボットにやらせよう、全部自動化しようということで考えてやったのですけれども、実際にこれが急成長するということに必要なのは、やはり人的労力だったのです。そうすると、私たち2人、3人が自動コントロールすればいいというものでは、物事は広まらない。そのためにたくさんの人々がかかわることが出来るような仕掛け、つまり組織を作るということが非常に大事になってきて、その組織も1人がみられる組織というのは10人ぐらいなわけです。インターネットになりましたので、一斉メール、メーリングリストとかいう効用を活用すると、一斉にコントロール出来て、1人の指揮のもとに色々な方々が動いてくださるという状況が作れるのですが、それが10名以上100名、1000名という、いま、私どもには1000名のボランティアの方々が集っていただいているのですが、その方々を指揮するということはなかなか難しく、そのためには、リーダー的な存在、階層をもとに組織というのはいけないということがわかってきて、その階層化された組織をコントロールするための仕組み、仕掛けとこのを作ると。

当然、会社というのはそういう状態に、例えば大きい企業だとヒエラルキーというのは出来上がっている状態なのですけれども、それが1から生まれて、だんだん大きくなって、それが必要で形成されていって、5年間もそれを続けているというのは、たまたまかもしれませんけれども、よくやれたことだと思っております。

## インターネットで広がる世界

「この指とまれ」にユーザーの皆様がどういうことを期待しているのかということ、やはりつながるという私のキーワードから、1人と1人の懐かしい再会という部分を皆さんが期待して下さって、実際に同窓会を開くときに集まれないという人たちが「この指とまれ」を使って仮想的に集まれたというお話がたくさん舞い込んできます。それは、

例えばアメリカに住んでいて、もう同窓会には一生参加することは出来ないというような方々も、もうあきらめていた方々が実現出来るわけです。それから、もう一生会えないと思っていた人に出会えるというようなことで、1日に200通ぐらいの感謝のメールがいま、届いているところです。

それで、「この指とまれ」を通して、最近、面白いなという現象がいくつか出てきたので、それをご紹介すると、例えば高齢者の方々が、先ほど石井先生ですか、俳句をやりはじめたとかいうようにおっしゃられたのですけれども、パソコン教室に高齢者の方々が実は増えていらっしゃるそうなのです。その方々に、どうしてというきっかけを聞くと、何だかわからないけれども、同窓会というのがコンピューターでやれるというような話を聞いたと。それでインターネットをやらなくてはいけないというように言っているというようなお話を聞かせていただいたりとか、それは、「この指とまれ」というものじゃないのかという話でサイトの方に行きつくとか、普通、サイトを公開すると、それが面白いというのは、インターネットサーフィンをしてとかいうようなことで、インターネットを始めるということが、プロパイダーに加入するということが先にあって、その後サイトに面白さに気づくということだと思いますけれども、「この指とまれ」の効能としては、「この指とまれ」に参加したいからインターネットを始めるというような啓蒙的な活動もいま、動いているということで、とても喜んでいる状態です。

それからもう1つご紹介すると、同窓会イコール「この指とまれ」、同窓会イコールゆびとまという代名詞というのが成立しつつあって、それが現実的に起こってきたこととして面白かったのは、サイトのアクセス数が突然ある時間帯だけ3倍になったのです。どうして、何が起きたのかと思って調べていたのですけれども、同窓生のコメントの中に、テレビ番組をみていたら、同窓会をやっていたので、それに影響されて、「この指とまれ」に登録しましたというのがあったので、それがまさしく現時点での時間帯でしたので、すぐにテレビをつけましたら、同窓会をシナリオにしたテレビ番組だったわけです。そこで殺人事件が起きたとかいうような話だったのですけれども、同窓会イコール「この指とまれ」というのがピンときていただいて、すぐサイトにアクセスして下さったというようなことが現実には起こってきているのかなと。それだけ皆さんの頭の中に浸透してきたのかなというように思っているのです。それだけ考えてみても、テレビと



コンピューターとか、いつでも触れる、いつでもアクセス出来るというキーワードもまた大事にしておかないといけないと思って、モバイルであったり、電子家電であったり、そういうことも今後、考えていくきっかけというか、キーワードになっていくと思っています。

いま、「この指とまれ」を4年間、ずっと、やってきたのですけれども、個人レベルでやってきたときの人数というのは、私が始めたときには100万人になるというようには全く思っておりませんというのは嘘で、1億2000万人とずっと私の口からは出ているので、1億2000万人が「この指とまれ」にかかわっていただくということをずっと想定しておりました。だけれども、やっている人間は1人ですので、1人で1億2000万人というのは到底無理です。一生涯かかって少しずつやっていければいいというように思いながら始めたのですが、いかんせんバイラル効果というか、すごく面白い結果が出て、急遽伸びてしまったという状況でございます。それに対して、個人レベルのプロバイダーに入って、例えば5メガとか領域をいただけるのですけれども、それだけでは全然賄えない。一番最初に「この指とまれ」のサイトを作ったのは、アメリカのフロリダ州にあるホスティングサービスを使ったのです。日本にはまだホスティングサービスというのが確立していなかったんでアメリカを使ったのですが、そのころ、1つのサーバーの中に400社ぐらいの方々がホスティングをしていたのです。それをゆびとま自身で全部、1台使ってしまったと。だから、あと399人が使えないので、もうやめてくれという話で断られてしましまして、それで日本にもってくるのですけれども、日本では、まだまだホスティングサービスがないものですから、どうしようかということで、某企業の社内LANの中の1ヵ所に置かせていただいたのです。そうすると、いまはハッカーとかクラッカーとか、怖い状況が発生して、皆さん認知していただいておりますので、ファイヤーウォールだとか、ちゃんとセキュリティというのも考えていらっしゃるのですけれども、社内LANの中に置かせていただく状況の中では、やはりそれは正常な状態ではないねという状況が起きまして、1年ぐらいお世話になったのですけれども、日本でもホスティングサービス、ハウジングサービスというのがどんどん登場してきたと。そこで、私どもも正式にハウジングという形で、そういうサイトのところにお世話になりました。ここまではまだずっとボランティアベースです。回線代と場所を貸していただ

いて、移ったときは1台しかマシンはなかったのですけれども、いま現在は100万人いて、1500万人までいくぞという勢いの中で、まだ中間点なのですが、既に40台のマシンが動いていて、ボランティアベースでやってきていた経費が100倍、1000倍という桁違いの投資が必要であるということがみえてきたのです。

## 今後の展望 ビジネスとしてのインターネット

そうなると、ボランティアは人力を供給するということが出来たのですけれども、それ以外の投資が必要になるということがみえてきましたので、もう私ではやれないと。このサイトを閉じようかというようなことで、何か方法があるのかという模索をずっとしてきたのです。それでようやく去年、マザーズ、ナスダックが出てきて、全く収益モデルはありませんでしたけれども、そこでの活路が見出せるのではないかとということで去年の2月に会社化しました。

法人化したのですけれども、この1年間、投資が終わった途端にバブルが崩壊してしましまして、逆風になってきた。追い風で頑張れ、頑張れといわれていたのが、投資が終わった途端に向かい風になってしましまして、それでも何とか可能性だけは皆さん、高く評価していただいておりますので、頑張って1年間、ビジネスモデルを一生懸命やってきたのですけれども、いままだ模索中というところでございます。ですから、せっかく投資いただいた金額も消費しているような状況です。

いま、インターネットビジネスということで一生懸命考えているのですが、先ほどご説明いただいた中で、やはりクリック・アンド・モルタルというキーワードを皆さん、頭の中に置かれていると思うのですが、インターネットだけで頑張っていらっしゃるといのは、もうほとんど皆無に近いという状況です。ヤフーが頑張っているといっても、もうヤフーも厳しいという状況ですし、先日、長者番付に入った三木谷さんの所も、やはり出店者の出店料ということに依存しておりますので、これも厳しいでしょうと。広告業界でも期間保証ということで皆さんやってきたのですけれども、それも厳しいと。ビュー保証でも厳しい。成果が出ない。クリック保証といっても、もう全然困ってしまったなど。それでアフィリエイトという状態にいま、随分移ってきているのですけれども、100万人いたとしても、なかなかアフィリエイトで成立するというのは難しく

て、支えるような状態ではないですねという状況です。

それからECの方でいうと、先ほど出店料に依存しているという部分を申し上げましたけれども、いま、ギャザリングというのが随分はやっていて、これは少し有効ではないかと思っています。カテゴライズされた方々に、徹底的な価格の安さというのにも必要かとは思いますが、10人集まったらいくら、100人集まったらいくらというような形でお売りすると。これは、1つの店舗にお客さんが集中するのではなくて、インターネットでワン・トゥー・ワン・マーケティングで、自分たちが好みのものに集合すると安くなる。1つの団体に提供するのではなくて、個人個人が集まってご提供するという状態がとても面白い状態なのかなということと、逆ギャザリングというのもあって、皆さんが要望するものを企業側が作る。注文生産という状態も発生しておりますので、それはすごく有効になるのかなというように思っております。

それからゆびとまとしては、やはり懐かしいということがキーワードになっておりますので、8歳から80歳ということがありましたけれども、それぞれの年代に分けたところでの懐かしさ。いま、私は40歳ですが、1970年代のものをみると懐かしく感じるとか、もうちょっと前の人はまた違ってきますけれども、その懐かしいというキーワードに、例えばオンデマンド出版だと複製本を出すとか、モバイル版でいまはやっているのはキャラっぱと着メロとゲームという話をしましたが、例えば着メロだと懐かしい着メロをご提供するとか、カラオケ店に行くと、いままではどのお部屋も一緒だったので、1970年代の部屋とかいうようなことで、同窓会を開くときにカラオケ店に行くことは結構多いのですが、そのようなジョイントをさせていただくような話が動いております。

それから100万人という人数は、1億2000万人という話からすると、私たちにとっては通過点の1つにすぎないと思っておりますが、それは私どもが自然増殖型でずっと伸びてきたということに対して、もう少しそれを加速させてあげることによって、ゆびとまだけの資産ではなくて、たくさんの企業の方々の共有財産になるのではないかと。それから国としても共有的に使えるような、シェアリング出来るようなモデルが成立するのではないかと考えて、色々な企業の方々といま、お話をさせていただいております。その中の1つに、やはりインターネットを使って、いま、静止画というところ

るから動画というところに移っていったらと思うのですけれども、ゆびとまテレビという構想があります。まだインフラが整っておりませんので、ストリーミング等々は非常に難しい問題がありますけれども、その間です。ストリーミングが出来るようになるまでの間に、ダウンロード型でテレビを見せようと。テレビというと長時間という話になるのですけれども、短い間のデータを皆さんに供給することで何か訴えられるものがあったり、楽しんでいただけるものがあつたらいいなというように思って、ゆびとまのユーザーの回りに、一緒にシェアリングさせていただく提携サイトというのを協力させていただいて、ゆびとま自身が1日に500人から、テレビに登場すると1日に1万人ぐらいの登録があるのです。それに対して5000サイトぐらい、いま、協力サイトを募っているところなのですが、ゆびとまを逆リンクしてくださっているところがもう既に2万サイトあるのです。そこは小さなところですので、大きいところとも一緒に話をさせていただきながら、5000サイトぐらい、一緒にやらせていただいて、その5000サイトの方々から、ゆびとまをご紹介していただくことによって、そのサイトから1人1ユーザーを送っていただくと、ゆびとまのユーザーが1日に定例的に5000人ずつ増えると。いま、1日に1000人ぐらいずつ増えておりますけれども、それが約5倍に加速するというような状況を作っていける。いま、考えているのはダウンロードしていただきますので、それがプラグインになるのかイグゼになるのか、ちょっとまだ検討中ですが、その方々にテレビをダウンロードしていただいて、例えば放送局の方々と連携させていただきながら情報コンテンツを流す。その情報コンテンツの中で、やはり出来たら復刻というキーワードにしたいので、懐かしい映像、もう既にテレビ放映では出されないような懐かしい放送を出させていただくような仕掛けをやりながら、その間に少しCMも入れさせていただくと。収益はそのCMのところからとりましょうと。そのCMからとった収益を、私どものゆびとまと提携サイトと、その両方で分けるというだけではなくて、そのCMをみていただいた個人にも、今度はポイントシステムということでご提供しよう。いま、ポイントシステムというのたくさんあるのですが、ただためるだけというのでは、一生かかっても使えるだけたまらないというような話もありますので、それは相互に、例えばマイレージと交換したりという仕掛けがやっといま、出来はじめております。そういうところと連携したり、それからネットバンキングも随分増えてきまし

たので、そこで直接現金化する話ですとか、あまりにも小さいポイントだと、それを集合体にするということでもた面白いものが出来てきますので、それをベルマーク構想みたいに学校に還元するとか、それからユニセフだ、国連だと。実は国連も、この構想に参加していただいております、ここで集まった収益を国連に寄付させていただくような仕掛けというの、いま、話が決まったところでございます。

それから、いま、お話ししたゆびとまテレビというのは、プラグインでダウンロード型というお話ですので、もうちょっと長い構想ですと、デジタルテレビの構想がありますので、そういう話とも連携させていただきながら、どんどん広げていきたいなど。いま、1年間に200社を超える方々と色々なお話をさせていただいているのですが、なかなかインターネットの中だけではビジネスというのは生まれない状況でございます。本当に原点返りというのを皆さんがやっているところで、何が自分たちの強いところかということで考えたときに、これだけゆびとまが広がっていったのは、例えば5万校を、日本全国網羅していた。それから毎年毎年150万人の方々が卒業する。小学校、中学校、高校となるので、それが倍増して登録者の供給が発生する。いま、赤ちゃんが産まれているのは100~120万人くらいですか、どんどん減ってはいますけれども、一生涯継続性がある、網羅性があるということがあって続いてきているわけです。

それからもう1つ大事なキーワードで、先ほど石井先生がいていたナノの世界の中で、自己増殖と自己復元というようなお話をしていたのですけれども、それがすごく私としては引っかけたというか、ピンときたというか、どういう表現をしていいのかわからないのですが、ゆびとまには自己浄化という特性があるのです。コミュニティの世界で何かをやるというのはすごく難しい話で、人が集まると、ケンカがすぐ起こってしまっ、そのコミュニティというのは一瞬にして崩壊してしまうのです。一生懸命頑張っても一瞬にして崩壊するわけです。それが5年間続けられてきたということは何かというと、自己浄化という部分がすごく大きくて、同じ母校の中から悪いやつは出したくないというようなことが働くのです。

いま、ご登録者が168万人ということで申し上げたのですけれども、実際には250万人くらいの方がご登録いただいております。その差は何かというと、皆さん、セキュリティがとても心配　セキュリティというと話がずれてきそうですけれども　とい

いつつ、自分の電話番号をコメントの中に、メールは面倒なので電話してねとか、自分の住所はこことかいうのを、女の子たちは平気で書いているのです。そうすると、自分で自分の身を守れていないわけです。その方々を、私どもがご遠慮いただきながら、ご登録するときはこうなのだと、危ないこともある、楽しいことばかりではないと。日本は性善説で生きているという部分というのはとても多いと思うのですけれども、それがまさに表れていて、自分の情報をどんどん外に出すという特性がある。アメリカでは名刺交換とか、いまは随分はやってきましたが、そういう文化はないけれども、日本で何か名簿とか、ちょっと記帳してくださいというと、みんな平気で書いてしまう。自分の住所も生年月日も、何でも外に出してしまうという特性があるのですが、そういう中でインターネットが危ないといわれつつ、自分たちで出している。そういう状況がありますので、登録の仕方というのをずっと指導しながらやってきた。168万人は、登録に成功された方々なのです。

インターネットの世界はハンドル名でというお話なのですけれども、実名主義で私たちは通してきました。そのために、偽名を使われる方々もいらっしゃるのですけれども、そういう方もはじいてきた。自己浄化というところに戻らなくてはいけないので、戻してみますと、私たちはそうやって250万人の方々にご登録いただいて、168万人の方々がご登録に成功しているのですけれども、その差の方々をご遠慮いただくというシステムを24時間、黙視管理ということでやってきたのです。それでもすり抜ける方々は当然いらっしゃいます。学校名が正しくて、登録の情報もどこもおかしいようなところはありません。私たちは一々卒業名簿で調べるわけではありませんので、上手にすり抜けてくる方がいらっしゃるのですけれども、登録者が、自分たちの母校に後から登録した方々をしっかりと監視というか、見ていて、そういう人は自分たちの学校にはいなかったというご連絡が来るのです。だから、何重にもチェックがされていて、掲示板等々でも変な書き込みがあると、もちろんスタッフも全部見ていますけれども、自分たちでそういうことはやめようよというような排除の仕方、それから変な投稿があっても総スキャンとか、皆さんがそれを無視するという文化も出来上がっておりまして、非常にバランスのとれたコミュニティが形成されているのかなというように思っております。

それから今後、これだけ大きな数字になってくると、やはりセキュリティがすごく大

事になってきます。私たちが登録をするときにいただいているのは、メールアドレスと実名とコメントと、この3つしかないのですけれども、それでも皆さん、やはり100万人のデータということでどうしても見てしまうのです。そうすると、ハッカーやクラッカーという方々、色々な悪さをしたりというような話もありますし、情報の流出ということもあります。それが内部的な犯行と、そういうのは絶対あり得ないと思っていますけれども、そういうことも全部考慮して、データはすべて暗号化して、ユーザーさんとのやりとりのときに、それを復号してご提供していると。

私たちはECをやっているわけでも何でもありませんけれども、5年前からSSLはやっておりますし、すべてのものに対してのセキュリティというのは非常に気を遣っているということと、それからサイトの認証というのは非常に皆さん、認識されるようになりましたけれども、これからはやはり個人認証だということで、ずっと個人認証をやりたいということで研究させていただいております。自分たち、ゆびとまが個人認証サイトになるのが一番手っ取り早いかなとも思ったりしているのですが、その辺も色々な方々と研究させていただきながら、セキュリティに気を使いながらやっているということでございます。

いま、ゆびとまは学校というキーワードだったのですが、このキーワードに対して色々な方々が反応していただいて、やはり地域版にしていくべきではないかとか、企業版が考えられる、それから海外版が考えられるというような話で、色々なところに展開していけるような、それから大きい話ばかりではなくて、個人がグループワイヤー的にか、一番最小単位は、やはり私は家族だと思っているので、家族単位で使えるような仕掛けもご提供して、同じようなコミュニティツールとしてのご提供も出来るようになるというふうに思っております。

それから最後に、5周年を記念して、ゆびとまのユーザーに機能を追加しました。それは何かというと、名刺機能というのを追加しました。これは中国と日本の会社の合併会社なのですけれども、そことジョイントさせていただいて、168万人に名刺を配った。それを、名刺というキーワードではなくて、ゆびとまとしては、ゆびとまの会員証ということでお配りしました。どうしても名刺というと、そこに住所や電話番号やメールアドレスやと羅列しているというのがありますので、それはセキュリティ的に怖いとい

うこともありまして、私どもとしては、学校と名前だけということでゆびとまの会員証としてご提供させていただいて、ネット名刺を使いたいという方々には、それをどんどん使って、色々な楽しいカードを作ってくださいということでご提供しております。それによって168万人という方々が、最後につながるというキーワードをもう1回皆さんに聞いていただきたいのですけれども、168万人ということが大事なのではなくて、その方々がつながる、168万の168万乗のつながるというリレーションが出来る。そこに面白いものが生まれていくのかなと思って、それが世界中に広まったらいいなと。中国では、その名刺を使って、実はもう既に120万人の会員がいらっしゃるということですので、世界的にまた広がっていくとうれしいなということで、一生懸命、つなぐということで展開をさせていただいているような状況でございます。

私の話はこれで終わります。ありがとうございました。

### 【質疑応答】

【公文委員長】 いま、ユーザーが一番、ゆびとまに入っていることでメリットを感じていることという何だと思っていらっしゃいますか。

【小久保委員】 友達と出会えたと。一番最初は学校名をみただけでうるうる状態ですね。それから登録しても、登録するまでに時間がちょっとかかるので、それは誰と会えるだろうという楽しみでドキドキしているわけです。登録したら、登録者がいなかった場合には、いつかきっと登録者が来るだろうなということでドキドキ、ずっとしているわけです。登録者と出会えた方々は、登録して懐かしい再会を果たして喜んでいる。それが仮想の中だけではなくて、実際に同窓会で、現実に出会えるというところの提供をいまからしていこうと思っております。

【野村】 非常に情熱がベースでやられているのがよくわかるんですけども、会社になった以上は採算という問題があると思うんですが、少しそこら辺を説明していただけると……。

【小久保委員】 ですから、収益としては非常に小さいのですけれども、先ほど申し上げましたように、広告というところでの展開と、それからモール事業も当然発展しますし、オンデマンド出版というところにももっていきますし、それからテレビのCM、報



道という方向にももっていきます。その種が少しずつ出来てきて、いま、それに水をやっているというような状況です。

皆さんがやられているような収益モデルは、ほとんどゆびとまの中でも試されているということでございます。ですから、広告でいうと、期間保証、ビュー保証、クリック保証、アフィリエイトというように進化しながら、収益モデルが変わっていったということなんです。

【須藤委員】 だけど、そういうのは、おっしゃったように、なかなか伸びないですね。やはり色々試されていて、僕はもう、本の時代はいずれ終わると思うんです。だからオンデマンドの需要というのはかなり拡大してくる。小ロットで流通するというものが結構出ると思うんです。コミュニティ感覚があるので、学校でまとまるという、そこから辺で色々共通化出来ますよね。共集合もあるだろうし、何か出来そうな感じがしますね。

【小久保委員】 いま、やっと学校が少しずつ動き出してこられたという状況です。いままでは、ゆびとまと学校というのは独立した形でやってきたんです。学校自身も、インターネットに対する責任というのが非常に重たいのですごく動きにくかったというところがあって、それがもう既に動かないといけないという状況になったときに、誰かと協業するということが大事だということで、ゆびとまにお声掛けがいま、来ているということなんです。

それから、色々なビジネス、広告やオンデマンド出版やECや画像やと、色々なことをやっているんですが、それをゆびとま自身がやるということは私はあまり考えていないで、ゆびとまも、「この指とまれ」を支える1企業体だということに思っておりまして、たくさんの方々と「この指とまれ」という資産を共有するというので、みんなで支えるということでお話をさせていただいているということでございます。

ですから、ゆびとま自身の資産がなくても、つまり時間的余裕であったりとか、資産的余裕があるところの方々と一緒にお話をさせていただきながら、いま、継続性というのを一番最初に申し上げましたけれども、100年後もきっとあった方がみんなが喜ぶだろうというシステムだと思っておりますので、そのためにみんなでシェアリングしていきながら成立させていけるといいかなというように思っているところです。

ただ、そうなる国がやった方が手っ取り早いのでというような話にもなってくると  
思うんですけども、それだとおもしろくなくなってしまうので……。

【須藤委員】 国がやったら全然だめですよ。

【小久保委員】 みんなで1つのものを共有していくようなものというのは、なかなか  
そうないと思いますので、もしかしたら、そのようになれる珍しい希有なものではない  
かと、自分では思っているんです。その中心人物として私がいることがふさわしいかど  
うかというのは別問題ですので、「この指とまれ」がもっと面白くなればと。私はそれを  
生み出したという、ただその位置づけだけであって、これからはたくさんの方々に支え  
ていただきながら動いていけるようになればいいなと思っています。キーワードはやは  
りみんなが幸せになるためにつながることが大事なのではないかと思っていますと  
いうことです。

【野村】 海外に似たようなモデルはありますか。あと海外から聞きに来られる方は…  
…。

【小久保委員】 アメリカにはスクールポップとかクラスメートコムとかいうのを頑張  
ってやっていらっしゃるところがあって、そこは会費制なんです。日本にインターネット  
が登場して、残念ながら無料制、ユーザーからお金はとらないというのが浸透してし  
まったので、ゆびとまとしては、日本では成立していないんですけども、いま、やっ  
ぱりどこのサイトも色々考えていて、有料制、会員制というところに少しずつ転換して  
いる。それが、私としては正常な姿なのかなと思っておりまして、まだゆびとま自身で  
は考えておりませんが、一部の方々に優良で、ゴールド会員みたいなイメージで  
のご提供というのは今後出来ていくのだろうと思っています。そうすると、ゴールド会  
員の方々に全体を支えるということもあるのかなと思ったりはしております。

それから韓国には同じような状態がありますが、韓国と日本ではインフラが全く違う  
という状況がありますので、ブロードバンドに彼らはなっていて、全く同じようなシス  
テムなんですけれども、900万人、もう既にご登録者がおります。だけれども、そこも  
やはり無料制ですので、ビジネスモデルとしては成り立っていないという状況です。た  
だ、ここでビジネスモデルが成り立って、ブロードバンドになったら900万人になる  
という状況がみえておりますので、非常にその辺は皆さん期待するところで、早く、どう

やったらそのようになれるかということ、協業させていただいている皆さん方と考えているという状況です。

【公文委員長】 全国の学校は、それぞれもうドメインをもっていると考えていいですか。

【小久保委員】 いえ、もっていません。一応、配付はされました。だけれども、それを使っているというわけではないです。

【公文委員長】 使っていなくても、それをもとにして統一的なメールアドレスを作ることは出来ますね。

【小久保委員】 可能です。そういうお話はよく聞いています。

【公文委員長】 それを有料でやって、転送サービスをしておくと、知らない人でもこのメールだったら、少なくともゆびとまには着くかもしれないと。そして本当にあったら転送してくれるというのは……。

【小久保委員】 先日、一橋大学が全員に配付することが決まりました。そのような状況で、それぞれの学校が、それはどんどんやっていくんだろうなというようには思っております。やはり電子政府も全く同じなんですけれども、どうしてもスキルが必要だったりとか、投資が必要だったりというのは非常に難しい問題だと思うんです。それを代行しながらでもやれるところが出来てくるといいのだろうと思っています。本当に過渡的な状況ですので、ここでeビジネスということで成功例としてお話を出来たらよかったですけれども、まだ孵化器に入っているような状況でございます。

【野村】 でもコミュニティとしては成功例でしょう。

【小久保委員】 いや、それが成立して成功するという話であって、まだ回っている状態ではなくて、一方的にというか、与えている状況です。

【公文委員長】 それぞれの同窓会に対して、同窓会ホスティングサービスみたいなことを有料でやるというのは……。同窓会の名簿を作ったり、出したりするというのは大変面倒な作業で、しかしそれを安く、そっちにデータを送って、そこにストレージをもってやっていて、名簿はオンデマンドでいつでも出版してあげますというのだったら、お金とれるんじゃないかな。

【小久保委員】 それは、ゆびとまとしては縁の下の力持ちという状態でご提供すると

いうことはあるだろうなと思っています。随分大きな資金で同窓会というのは回っているわけです。ですから当然、労力に見合うだけの経費というのは出せるだろうと思っています。

【公文委員長】 現にかけているわけですからね。

【小久保委員】 ただ、少子化の波でやっぱりどこもインカムというのが少なくなってきたという話は聞きます。でも余計に、それだからこそいま、人的労力でやっているものを省力化するということが可能になれば、皆さん……。

【公文委員長】 住所の訂正だって、本当に手間なんです。何年たってもわからないとか、さっきのようにオンラインですぐ言ってきて、というのがあると、それも手間が省けますよね。

【野村】 でもちょっと水をかけるようなことをいいますが、逆にいま、まだアクセス出来る人が限られているので、ゆびとまさんのようなサービスありがたいんだけど、私も去年、実は同窓会の幹事をやったときに、その前やったときに比べると、メールが使えるということで随分楽になっているんです。そうやってメールでお互いにやれるようになると、そこだけで完結してしまう可能性もあるような気がするんです。

【小久保委員】 たくさん個人の方々、100 万人の方々にグループが集まって、それから独立されるという方、いっぱいいらっしゃるんです。でもそれは、その方々が頑張っている間だけなんです。継続するということが難しいんです。同窓会というか、1つの集合体というのは必ずその中に中心人物がいて、その中心人物が頑張っている間だけなんです、やっていられるのは。ですから、それがいらないところもたくさんあって、ではその人がいなくなったとき誰がするのかというと、誰もやってくれない。そのためにゆびとまは全国を網羅していて、誰がいつ来ても必ずある、ここにあるということが非常に重要なのかなと思っています。ですから、自分たちでやった方がもっと便利だというのは当たり前の話で、その人々を特化してご提供するということになるので、どんどん頑張っていて、一緒にもっと何かやれるといいかなというように、ゆびとまとしては思っています。その方々を手助け出来るような仕掛けが、ゆびとまの中で出来る方がいいと。それがあから崩壊するという事は全く……。

【公文委員長】 いまは個人会員ですよ、当然だけれども。それを、どこかの学校の

同窓会が同窓会として一括加入するということを同窓会で決議をして、決めたらどうしますか。

【小久保委員】 お受けします。実際にそういうお話も、面倒くさい部分はゆびとまに任せてしまえというような話がありますね。でも、同窓会として入ってしまうと、逆に同窓会は全員入るものではないんです。学校に1つではないので、2つも3つも、派閥的にあるところもあるんです。ですから、お受けしますけれども、独立した名簿としてご提供するという形になります。ゆびとまはゆびとまとして継続するということになります。合体するということはないです。情報の持ち方が違ったり、情報の中身が違ったりしていくのかなと思います。

【須藤委員】 やっぱりこういう個人情報網の管理なんかのナレッジがあるところがやった方がいいと思うんです。結構、みんな知らないんです。グレーゾーンもいっぱいあって。大体漏れて、ストーカーなんかにやられてしまうんです。特に女性は非常に危ないですね。

【小久保委員】 実際にストーカーのお話も、ご心配事で来ているんです。それはインターネットの中だけでストーカーが発生しているわけではなくて、絶対リアルなんです。情報ツールとしてインターネットを使って何かやるということで。それで、ゆびとまは駆け込み寺みたいになっているところもありまして、だけれども、ゆびとまとしては何もしてさしあげられない。ですから、心のケアをする。どうしたいかということを一生涯懸命お話しさせていただきながら、警察に行くのか、弁護士に行くのか、自分でやるのか。まず自分で考えましょうと。何もこちらとしてはしてさしあげられない。...というようなケアも、大変ですけどもやっています。

【須藤委員】 そういう個人向けコンサル、カウンセリングみたいな機能をもつと、みんな相当アクセスすると思うんです。ただ、ちゃんとセキュリティがあって、漏らさないよという必要はある。

【小久保委員】 そうですね。

了

## 第8章：2025年までの日本経済長期予測

・開催日 2001年9月25日 報告者 中村委員

【中村委員】まず、「日本経済の長期展望」の方であります。これは、今年の3月に日経センターで行いました2025年までの予測であります。方法論といたしましては、25年までの数値をはじき出していく長期モデルを作成する。それに基づいてシミュレーション分析を行うというものであります。このモデルは、長期をターゲットにいたしますので、供給決定型のモデルであります。その中では、TFPという全般的な技術水準を決定する変数が非常に重要な役割を果たすという事でありまして、このTFPの水準に研究開発活動が影響してくるという仕組みであります。全体の生産が決まりまして、それが色々な主体に分配される。その分配された所得は支出されるという事でありまして、需要と供給の最終的なつじつまは、供給余力として残ったものはすべて輸出されるという仕組みにしております。

### 長期展望の3つのケース

3つのケースについて計算を行っておりますけれども、最初の停滞ケースは、何もしないというケースでありまして、政府の消費支出および公共事業は、2000年の1人当たりの実質水準が維持されるものとしたします。人口の想定については、2007年にピークに達して、その後減っていくという事であります。

ごく単純に延長してみますと、表1の一番右に、25年間の年平均の変化率が出ておりますが、実質GDPは0.1%で、成長はほとんどないという事になります。この場合、供給力は伸びませんので、輸出余力はなくなって、真ん中あたりにあります経常収支の名目GDP比は7%の赤字になるという事になります。財政収支の赤字は極めて大きな事になりまして、一番下の行の公債残高のGDP比は3.5倍になるという事になってしまいます。こういう事は実際あり得ないわけでありまして、このモデルは供給決定型でありますので、日本人が日本国内である程度仕事をしている限り、つぶれはしないという事をいっているだけの事でありまして、こういう事になれば、日本人は日本にいない事になる

と思いますので、こういうケースは実際あり得ないだろうと思われま

表 1 : 改革が行われない場合の主要結果

	(単位 : %)					
	2000-05	2005-10	2010-15	2015-20	2020-25	2000-25
(年平均増加率)						
実質GDP	0.3	0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.1
名目GDP	1.0	1.0	0.8	0.6	0.7	0.8
実質民間最終消費	1.6	1.1	1.0	0.6	0.9	1.0
実質民間設備投資	-1.4	-1.0	-1.4	0.5	0.5	-0.6
	1998	2005	2010	2015	2020	2025
(主な比率)						
経常収支/名目GDP	3.2	1.0	-0.5	-2.5	-4.8	-7.0
財政収支/名目GDP	-13.0	-9.2	-9.7	-10.7	-12.4	-17.1
潜在的国民負担率	51.1	49.7	53.7	58.0	62.1	68.8
公債残高/名目GDP	114	163	199	240	288	347

(注) 財政収支は中央・地方政府の貯蓄投資差額。潜在的国民負担率は租税・社会保障負担と一般政府貯蓄投資差額(逆符号)の合計と国民所得との比率。

2番目のケースは、財政支出を減らして、そのかわり、研究開発活動を行う事にするケースであります。2000年から毎年2兆円、公共事業を削減していき、5年間で10兆円削減します。その後も徐々に削減を行って、2025年に公共事業の名目GDP比を、他の先進国と同程度の3%程度にいたします。その上で、抑制された公共事業の半額を、政府が行う研究開発支出にいたします。これによってTFPを引き上げる事になってまいります。そうしますと、表2のように、実質GDPの成長率は0.6%という事になります。下から3行目の財政収支はマイナス3%から2%ぐらいの所におさまってくるという事でありまして、公債残高は25年にGDPの1.87倍という事になってまいります。この程度の支出の削減では、今後25年間にわたって、公債残高が名目GDPに対する比率を上げていくという事でありまして、ですから、財政収支は許容出来る範囲におさまったといたしましても、もう既に格付が落とされている日本国債が今後25年間も増え続けるという事だと、非常に大きなリスクを抱え込む事になるだろうという事があります。

表2：支出面の改革が行われる場合の主要結果

	(単位：%)					
	2000-05	2005-10	2010-15	2015-20	2020-25	2000-25
(年平均増加率)						
実質GDP	0.9	1.0	0.5	0.3	0.3	0.6
名目GDP	1.8	2.0	1.3	1.0	1.0	1.4
実質民間最終消費	1.9	1.4	1.1	0.4	0.1	1.0
実質民間設備投資	0.8	0.9	-1.1	0.8	1.0	0.5
	1998	2005	2010	2015	2020	2025
(主な比率)						
経常収支/名目GDP	3.2	2.4	2.2	2.7	2.3	2.6
財政収支/名目GDP	-13.0	-6.0	-4.8	-3.8	-3.0	-2.1
潜在的国民負担率	51.1	45.6	47.3	49.0	49.7	49.9
公債残高/名目GDP	114	149	163	175	183	187

(注) 財政収支は中央・地方政府の貯蓄投資差額。潜在的国民負担率は租税・社会保障負担と一般政府貯蓄投資差額(逆符号)の合計と国民所得との比率。

最後に、積極ケースという想定を行いました。政府が研究開発支出を増やすので、民間でも同じぐらいの研究開発支出の増加があるという想定を行います。これによって技術ストックの水準が高まって、TFPが向上する事によって成長率が高まる。また、就業時間も多少長くなるという想定であります。

さらに、日本の租税負担率は相当下がっておりますから、これをいじらないわけにはいかないという事で、2005年に消費税を8%に引き上げる事にいたします。そうしますと、実質GDPの成長率は1.1になりまして、財政収支は2025年までに黒字に転換する事が出来る。公債残高の名目GDP比は、2020年ぐらいに1.5倍まで上がりますけれども、その後は下がっていくという事でありませう。

この3つのケースで、成長率の差は0.1から1.1の1%にすぎないわけですが、成長率はそんなに重要なものではなくて、そんなに変わらない成長率の中で、非常に違った姿を描く事が出来るという事を示したつもりであります。



表3：改革が積極化する場合の主要結果

	(単位 %)					
	2000-05	2005-10	2010-15	2015-20	2020-25	2000-25
<b>(年平均増加率)</b>						
実質GDP	1.4	2.2	1.0	0.6	0.5	1.1
名目GDP	3.0	3.4	1.8	1.1	1.0	2.1
実質民間最終消費	2.0	1.9	1.3	0.6	0.2	1.2
実質民間設備投資	7.0	-0.3	-0.9	0.7	1.0	1.5
	1998	2005	2010	2015	2020	2025
<b>(主な比率)</b>						
経常収支/名目GDP	3.2	-2.0	1.9	3.2	3.5	3.8
財政収支/名目GDP	-13.0	-4.1	-2.6	-1.4	-0.5	0.4
潜在的国民負担率	51.1	46.9	47.6	49.1	49.3	49.1
公債残高/名目GDP	114	146	148	150	149	144

(注) 財政収支は中央・地方政府の貯蓄投資差額。潜在的国民負担率は租税・社会保障負担と一般政府貯蓄投資差額(逆符号)の合計と国民所得との比率。

## 第9章：経済システムの進化と多元性 比較制度分析序説

・開催日 2001年9月25日 報告者 中村委員

【中村委員】次に、青木昌彦先生などが盛んにやっておられます比較制度分析 これは私の領域とはかなり違いますので、十分ご説明出来るかどうか分かりませんが、私がおのそのエッセンスであろうと思つた事をごく簡単にご紹介したいと思います。

### 組織の多型性と比較情報効率性

この比較制度分析の中心的な考え方でありまが、通常の新古典派の経済学では、企業はエンジニアリングの体系である。つまり、ある技術があつて、そこに中間投入を行つて、生産を行う。それを市場で販売して、利潤を最大にするという事であるわけであり、通常、企業は経済学の分析の対象ではなく、いわばブラックボックスとして認識されているわけでありまがけれども、これを、そうではなくて、情報システムとして捉えまして、その上で、企業の生産性は、企業の業務や生産にかかわる人々の間に流れる情報の量や質、また、決定の権限や義務の組織的配置に依存するという認識から出発するものであります。

そこで、企業組織のコーディネーションには5つの基本型があるという事から始まります。

最初に、市場経済の初期にはどこでも組織されるであろう古典的ヒエラルキーが登場いたします。これは、アダム・スミスのピンの工場を考えていただければよろしいのですが、ごく少数の工程で分業を行うというわけであり、その際に、マネジメントが個別環境及びシステム環境 このページの図1 (図 84) の上に、少し小さなフォントで書いてありますけれども、個別環境パラメーターは、それぞれの職場に影響するパラメーターであつて、システム環境パラメーターは、全職場に同時に外部的効果を及ぼすパラメーターの事でありまが。この2つの環境情報をマネジメントが分析しておいて、その情報に基づいて、各職場の活動水準を集中選択するというシステムでありまが。つまり、各職場は、マネジメントからの指令を受けて、ある誤差を伴いますけれども、その指令

を実行するという形が、市場経済の初期においては普遍的にみられる組織形態であります。

### 情報異化型と情報同化型

ここから2つの方向へ組織形態が発展していくという事でありまして、1つは、アングロ・アメリカン・システムで、「情報異化型への進化」と書いてある所のものでもあります。

まず、古典的ヒエラルキーから分権的ヒエラルキーに進化してまいります。これは、アメリカの製造業で、労働者がマニュアルに沿って仕事をしていくというイメージのシステムでありますけれども、これは、マネジメントがシステム環境および個別環境に関する情報に基づいて、ルールを決定している。マニュアルですね。各職場では、その職場に特有の情報を収集して、分権的に意思決定を行っていくという事があります。これは、古典的ヒエラルキーに比べまして、現場の人々の情報処理能力がある程度高まっていけないとできないという前提であります。

大量のデータの伝達が可能になると、このシステムはさらに進化いたしまして、「情報異化型」と呼ばれるものになるという事でありまして、これは、マネジメントがあって、システム環境および個別環境に関する情報に基づいて、各職場の活動選択ルールを決める。各職場も、個別環境に関するパラメーターだけではなくて、システム環境に関するパラメーターを分散的に推定するという事があります。各職場は、システム環境も含んで、環境に関するパラメーターを独自に推定しますので、各職場間の推定値は違っているという事になるわけですね。データは共有するが、パラメーターの推定は異化されて、ディファレンシエートされているという事があります。つまり、この組織形態の中では、ヒエラルキーの下の方に位置する人がかなり幅広い情報をそれぞれに解釈するというシステムになっているという事であり、これが現在のアングロ・アメリカン・タイプの組織形態であるという事があります。


もう一つ、別な方向への組織の進化が日本で起こったと指摘されておりますけれども、情報異化型と違いまして、ほとんど同質の職場から成り立つ場合、こういう事が起こるという事があります。古典的ヒエラルキーから情報同化型というシステムに移ってくる

という事でありませう。これは、各職場は共同してシステム環境パラメーターの推定を行う。共通の情報に基づいて、アドホックに意思決定するという事で、さらに言いますと、この型においては、個別環境に関する情報はあっても、使わない方が良い場合もあり得るという事でありませう。

さらに、情報同化型から、現在では水平的ヒエラルキーに進化しているという事でありませうが、これは、各職場は共同してシステム環境パラメーターの観察を行う。その一方で、個別環境に関する情報収集を分散的に行うという事で、その上で、各職場は、マネジメントが決めたルールに従って、分権的な意思決定を行う。さっき述べました情報異化型にちょっと似ている。つまり、各職場はシステム環境のパラメーターの観察を行うという点で似ているわけでありませうが、情報異化型と異なる点は、各職場はシステム環境について共同処理する。情報異化型では、各職場は分散的に処理するのでありませうして、この場合には共同処理する点において異なります。

「水平的ヒエラルキー」という言葉は言語矛盾のようでありませうけれども、これは、システム環境に関する集团的処理と個別環境に関する分散的処理が情報システムの階層化しているという事を指してありませう。

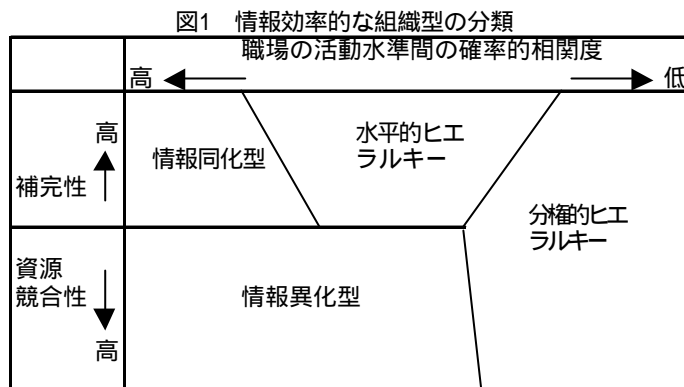
その典型的な例が「カンバン方式」でありませうして、部品供給のタイミングに関する情報は共有されている。ただし、部品生産に関する情報処理は下請企業に任されているという事で、「カンバン方式」の場合には、水平的ヒエラルキーが重層的に組織されているものと理解出来るという事でありませう。

古典的ヒエラルキーを除きませうして、以上4つの組織形態の関係は図1（ 84)のよう表す事が出来るというわけでありませうして、まず、横軸に職場の活動水準間の確率的相関度。これは右に行くほど低くなる。つまり、確率的相関度が低いという事は、各職場はばらばらに活動しているという事ですので、個別環境パラメーターの重要性は高いわけでありませう。逆に、この相関度が高いという事は、システム環境に関するパラメーターは大きいという事でありませう。

縦軸は技術的関係の補完性と競合性という事で、これによって分けてありませうけれども、技術的な補完性とは何かというとは、他の職場の活動が拡大する時、各職場の限界収益が増加する。お互いに支え合うという関係。例えば自動車の組み立てラインを構成し

ている各職場といった例があります。

図83：情報効率的な組織型の分類



資源競争性が高いという事は、逆に、例えば石油精製プラントから出てくる中間生産物を原料として用いる川下の職場、化学製品、医薬品といった産業にみられますように、共通情報に基づいて、同じ方向に調整を行うと資源制約の壁に早く突き当たってしまう。そういう性質の組織であります。

各職場の相関度が高くて、補完性も高い、つまり左上の方の場合には、システム環境を正確に把握して、同じような活動水準を保つという事ですから、情報同化型の組織が対応する。逆に、相関度が低く、資源競争性が高い場合には、ばらばらに競合しないようにする事が良いわけですので、分権的ヒエラルキーが優位になってくるというわけがあります。

重要な論点は、教育と情報技術の発展があって、この図でいえば、真ん中の領域が非常に拡大しているのだと。そうしますと、水平的ヒエラルキー、あるいは情報異化型といった組織型が優位になってくるという事でありまして、補完性が強い場合には水平的ヒエラルキーが優勢になり、競争性が強い場合には情報異化型が有利になるという事があります。

こういう整理を行った上で、どういう均衡があり得るのか、日本の組織改革はどうあるべきかという事に話が進んでいくわけですがけれども、いずれにしろ、情報異化型、あるいは水平的ヒエラルキーが進化した形でありますので、このどちらかの組織形態がとられる可能性が強いわけで、次に、それぞれの組織型に必要と

される技能について考えますと、情報異化型は機能分化型でありまして、そこにおいて有用となる技能は機能的技能であるという事が考えられます。この機能的技能は、情報処理機能が明確に特化して、形成される情報も明確に差別されている。要するに、専門的 skill といいてもよろしいかと思いますが、アングロ・アメリカン・システムにおいては、古典的ヒエラルキーから、機能的に特化した下部単位に分権委譲を進める事により発展したという事であります。

水平的ヒエラルキーにおいては、文脈的な技能、あるいは可塑的な技能が重要だという事でありまして、日本において、古典的ヒエラルキーから戦前の重化学工業化、戦時経済体制、復興、高度成長という非常に大きな変化が絶え間なく起き、このような変化への適応の中で、組織全体、あるいは職場全体として集団的対応を行ってきたという事で、その過程から情報同化型の要素が導入され、水平的ヒエラルキーはこれから発展してきたというわけであります。このヒエラルキーにおいて重視される文脈的機能は、環境変化に対して非常に伸縮的な性格を持っているという事であります。

各国において、情報同化型と異化型のどちらかが優勢になる傾向がある。例えば日本の自動車産業とマルチメディア産業の違い、日本の自動車産業とアメリカの自動車産業の違いを比べてみると、それは、やはり国が違うと違う。国が違う時の違いの方が大きいという事がみられるので、各国において、どちらかのタイプが優勢になる傾向があるという事ですけれども、それは次のような簡単な例で見える事が出来るという事であります。

## 進化ゲームと均衡

ここでV産業とM産業の2つがあって、それぞれの費用マトリクスは図2（図85）のような事になっていると考えます。

図2（図85）の読み方でありまして、企業は、2人の人が結び合う事によって形成されるといたします。その2人の人は、可塑的な技能か機能的な技能、どちらかを持っていると考えます。その2人の組み合わせをマトリクスにしたもので、V産業とM産業、それぞれにおいて組み合わせが決まった時、費用はどうかというのを示しているのが図2（図85）であります。

V産業はビデオ機器をつくる産業と考えますと、図1（図84）でいいますと、確率的相関度が高く、補完性も高い産業であるといえますと、ここでは可塑的な技能を持った2人が結びつく費用は1で非常に小さい。しかし、ミスマッチが起きてしまうと5となって高くなるわけですね。機能的技能の2人が結びつく3でありますので、ミス

図84：費用マトリクス

		図2 費用マトリクス			
		可塑的技能	機能的技能	可塑的技能	機能的技能
可塑的技能	[	1	5	3	4
機能的技能		5	3	4	1
		V産業		M産業	

マッチになるよりは良いという事であります。

逆に、M産業は、確率的相関度が低くて、資源が競合的であるという産業、マルチメディア産業を念頭に置いておりますけれども、この産業においては、機能的技能が結びついた時に費用は1で最低であります、ミスマッチが起こってしまうと4と高くなるという事であります。

そこで、機能的技能者の割合が大きい国の事を考えます。機能的技能者の割合が大きい国におきましては、M産業に集中すればよろしいわけですが、そうしますと、V産業からの供給が減るという事になりますので、Vの供給量が少なくなって、価格が上がる。そうしますと、V産業で働く事が合理的になるという事です。ですから、これはV産業でも人が働くという事になるわけですが、この国の場合には、V産業の技能者は文脈的技能者に転向する事はない。つまり、図では「可塑的技能」と書いてありますけれども、可塑的技能者同士が結び合えば費用が一番小さいわけですが、機能的技能者の割合が大きな国では、可塑的技能を持っていても、機能的技能を持つ人とめぐり会ってしまう可能性が高いという事ですから、V産業の機能的技能者同士の組み合わせ、3を選択するという事になって、この結果、人口のすべてが機能的技能に投資する事になってしまうというわけです。

日本などでは、逆に、M産業で働く場合でも、可塑的技能者で良いという事になるのですね。

ここでわかりますように、V産業は可塑的技能者同士が結びつき、M産業は機能的技能者同士が結びつくように人口の比率を調整する事が最適である事は間違いのないわけですが、そういう事にはなかなかかなりにくいという事があります。

従って、国の間での違いが大きい。つまり、情報同化型、異化型のどちらかがある国が優勢になる傾向が高いというわけでありませう。

### 日本の組織改革の可能性

そこで、「日本の組織改革の可能性」についてであります。情報異化型組織は、組織内部の補完性が低下する分野で優位性を強める事になる。技術的関係の補完性、あるいは競合性は、企業はそれを座して受けとめるだけでなく、戦略的にコントロールする事も出来るわけですね。例えば生産をモジュール化する、部品を標準化する、アウトソーシングする、SCMを使うといった事で、企業内部の業務間調整の必要性を小さくする事によって、補完性を低下させる事ができます。

そういう事を考えると、アメリカの組織型の方が有利であるという事であるわけですが、一方、水平的ヒエラルキーにおいては、専門化した技能の間の継続的コーディネーションを必要とする分野で製造業を念頭に置いたわけですが、洗練された組織型として機能し得るという事で、こういう分野では日本型の組織が優位であり続けるだろうという事があります。

さっき言いましたように、可塑的技能と機能的技能を最適な割合で組み合わせるのが最も望ましいわけですが、日本的組織を完全にアングロ・アメリカン型に移行してから最適な組み合わせにするのは費用がかかり過ぎる。非常に大きな回り道であるわけですね。そこで、日本的組織の中に機能型・情報異化型の組織を取り入れて、多様性の利益を実現するのが効率的。つまり、内外の多様な組織型の新規参入を許容する事によって、新たな活路を見出す事が不可避の選択肢となっているというのが結論であります。さらに、こういう新しい組織を導入していく上で、純粋持ち株会社が非常に大きな役割を果たし得るのではないかという指摘も行ってあります。



非常に簡単にまとめてしまって、青木先生に怒られてしまうかと思うのですが、  
以上であります。

## 【質疑応答】

【公文委員長】 中村さんの解釈だと、青木さんの一番最後の数行の所にある結論と、例えばいまの小泉改革路線を突き合わせてみるとどういう事になりますか。

【中村委員】 例えば職業紹介などは、こういう変化を起こしていく上で非常に重要な事だと思うのですが、ただ、ここの結論からみれば、いま程度の改革ではいかにも微温的であるという感じがいたします。

【公文委員長】 私のぼんやりした印象では、少なくとも口では、ここでいえば、日本的組織をアングロ・アメリカン型に移行しろと言っているのではないかと思うのですが、それは口だけなのですか。

【中村委員】 どうでしょうか。

【野村】 事務局から補完的コメントをさせていただきますけれども、この青木先生の本（『比較制度分析に向けて』）については、中村先生にあえてお願いして要約していただきました。私も、会社で買って、チラッと見てみましたが、非常に難しい本で、よくこれだけまとめていただいたと思って、ありがたく思っておりますけれども、ただ1つ、言葉として、「可塑的技能」と「機能的技能」をもう少し説明していただければと。そこの意味の違いが私にはよくわからないのです。

【中村委員】 要するに、日本の場合は、高等教育で専門的な知識を身につける事が要求されずに、かえって真っ白なままで企業に入って、その企業の色に染まる方が良いという事だったのですね。

【野村】 ジェネラリストとスペシャリストという事ですか。

【中村委員】 そういう事だと思うのです。逆に、アメリカの場合は、マスターは最低持っているとか、色々な資格があるといった事が重視されるわけですね。アメリカ的な人的資本の投資の結果、生まれるのが機能的技能であって、これまでの日本的なものが可塑的という事だと思います。

【野村】 それを伺った上であえて言わせていただくと、先ほどの小泉内閣の路線をどう見るかというのは、私は中村先生に賛成で、口では、確かにアメリカ型の競争社会、競争経営を目指しているように見えますけれども、まさに可塑的技能を核とする日本社

会なり教育に本当に手をつける形にはなっていないと思うのですね。そういうものがなくて、入れ物だけアメリカ的企業、アメリカ的システムを持ってこようとしているという意味では、まあ、「ぬるま湯的」という言い方が良いかどうか分かりませんが、本当に抜本的にアメリカ型に転換しようという具体的手段は伴っていないという気が私はするのですね。まあ、内閣府の方もいらっしゃるので、お咎めを受けるかもしれませんが。

【中村委員】 小泉さん自身は、公文先生のおっしゃるような事なのかもしれませんが、それを具体化する時、いま、案を出してくるのは役所ですので、具体案としてはなかなか出にくいという事ではないかと思えます。

【公文委員長】 見ている側からすると、すごくわかりにくいという事になりますね。口で言っている事とやっている事と全然違うではないかという事になる。しかも、いま、中村さんは「微温的」といわれたのだけれども、青木流の処方せんだと、むしろオープンにしろというわけですね。つまり、いまの日本的経営そのものを根本的に変えろというのではなくて、フランス流、何とか流を入れてきたら良いではないの、外資、入ってこいよ、それをどんどんさせなさいよ、ととれますね。いま、それは余りやっていない？やっているのですか。

【中村委員】 それはそれである程度行っていると思えます。その結果として、最近、外資の進出が非常に増えているわけですね。

【野村】 私は、そこは、内閣の問題よりも、民間企業のメンタリティーの方が強いと思うのですね。いま、公式なバリアはもうないわけですね。外資が入ってこれるわけです。しかし、入ってくるのを喜んで歓迎するという風潮が日本のビジネスの側になくて、何とか本邦資本を外資から守ろうという感じですね。政府も、国産銀行をつぶさないようにという形で、それをサポートしている面はありますけれども、建前としては、役所の問題よりも、民間企業がグローバル化されていないというか、国粹主義的であり過ぎるという気が私はしています。

【公文委員長】 民間がもしそうなら、それこそ役所が開放化を進める事に意味があるわけですよ。ほうっておいてもなるのではないわけですからね。

口で言っているのと何をしているか、あるいは何が起こるかというのはしばしば違う

ので、戦後の日本は、基本的に、アメリカ的なシステムをほとんど全部取り入れると口では言ったはずですね。日本的経営をつくろうなんて誰も言わなかったのだけれども、アメリカ的経営を学んで、アメリカ的経営を取り入れた結果、日本的経営になってしまったわけですね。ですから、そこももう一つよくわからない所がある。口で何を言おうと、やった結果、制度の多様性を引き起こす。つまり、現実にかかる人々の行動の変化は、人々が主観的にそう思い込み、口で言っているのとは大分違う。かつてそうだったし、これからもそうかもしれない。そこまで入れると、では、口で言う時は何を言えば良いかというのがもう一つ……。

【野村】 事務局ばかりしゃべって申し訳ないのですけれども、そこがIT革命後の世界といままでの世界との違いだという気がするのですね。

いままで一国の中で、その国の政府や大資本がどうビヘイブするかというイニシアチブが非常に大きな意味を持っていて、その結果として、確かにアメリカ流を取り入れて、それを日本流に消化して、というモディフィケーションは色々な形で起きてきたわけですが、それでも国ごとに違ったものができたわけですね。

でも、ITとグローバルコンペティションという時代に入ってくると、その国で誰が何を言おうが、やろうが、結局、グローバル・マーケット・フォースの中で物事が決まってくる。その要素が強まってきていて、小泉さんが何を言おうが、日本の経営者がいかにあれしようが、10年間で考えれば、やはり何らかのグローバルなコンバージェンス。もちろん、コンバージェンスといっても、すべてが同じになるとは私は思いませんけれども、経済活動、経営活動という経済、効率ではかれる所は、ある種のグローバルスタンダードに向かっていくような気が私はするのですね。

【公文委員長】 まあ、程度の問題だけれども、どっちを強くみるかという事もあると思いますね。何から何まで違うという事はあり得ないし、何から何まで同じになるという事もあり得ない。また、物価は同じになっているけれども、違う所も残るといふか、もっと違う所が出てくるかもしれない。つまり、多様化を強調するならば、むしろ違いが目立ってくるという話になるかもしれないですね。

【野村】 違いが必ずしも国ごとではなくて、「地域」のようなもっとローカルな単位かもしれないですね。

【公文委員長】 そうかもしれませんね。そうすると、分析の枠組みをもう1つ増やさなければいかんという話になりますね。

【伊藤委員】 いままで起きなかった組織化が起きてきますね。今回のテロもそうだと思うのですけれども、ITならばのテロだと思うのですね。ITがなければ、あれだけのグローバルな組織はできないと思うのです。また、Linuxもそうですけれども、いままでコストが合わなかった、もしくは分散し過ぎてしまってコーディネートできなかった組織化が起きてくるので、国家を超えた所の秩序が出来るのではないですかね。

【野村】 いま、テロの話が出ましたけれども、さっき伺った所では、公文先生は事件当日、マンハッタン島にいらしたそうでございます。簡単にお話しいただけると……。

【公文委員長】 本当にただいだけで、情報源はテレビと新聞しかなかったのですね。あとは、どうやって抜け出すかという算段をして……。

私が一番痛感したのは、アメリカ人があつという間に一つになったというか、てんでんばらばらに勝手な事をやっているのかと思ったら、ちょっと一刺し刺さるとキャットと収縮して、国家意識を強烈に持ったという事ですね。前の真珠湾の時もそうだったと言われていますね。

【野村】 その場合のアメリカ人はホワイト？

【公文委員長】 いや、ホワイトに限らない。

【野村】 ヒスパニックなども含めて？

【公文委員長】 ええ。

【野村】 アラブ系の方は、いま、ちょっとこうなっていますけれども。

【公文委員長】 野球を始めた時の選手たちの表情が非常に印象的だったけれども、ホワイトは少ないですね。

【野村】 そうですね。

【公文委員長】 あれは、本当に絵に描いたように、敵をつくり出す事によって味方がまとまって、いま、ほかの世界に対して、君はどっちに入るのかというのを突きつけているわけですね。そのレベルでいうと第三者にはなれない。つまり、テロリスト側に入るか、それともこっち側に入るかという事です。その上で、細かい違いはまたいくらでも議論出来るだろうけれども、これを言わないで議論しようとしたら、それは議論の

ルール違反みたいになってしまって……。

【野村】 テロリストイコールビンラディン・アフガニスタンだという所が若干ひっかかるわけですね。

了