

図2

法です。

人の場合は約50回、マウスの場合は20回程度の細胞分裂を繰り返すと、細胞は死んでしまいます。細胞の成長は、有限のプロセスなのです。一方、ガン細胞は永遠に細胞分裂を繰り返すので、死ぬことはありません。ガン細胞は、ランダムな成長を示し、正常な細胞はきれいなパターンをもって成長していきます。

ガンの疑いがある場合、生検をとって細胞を調べます。それを顕微鏡で見て、細胞がランダムな成長をしている場合はガン、成長にパターンが見られる場合はガンではないという判断をします。しかし、これは医者の主観的な判定に過ぎず、科学的な診断とはいえません。科学の発展した現代で、生死に関わる大切な問題を、医師の主観に頼っているという事実は、非常に驚きでした。これが、私が組織培養に関心をもつきっかけでした。

図2は、培養組織を電気で測定している図で、我々の研究の基本的なアイデアを示しています。培養皿の下

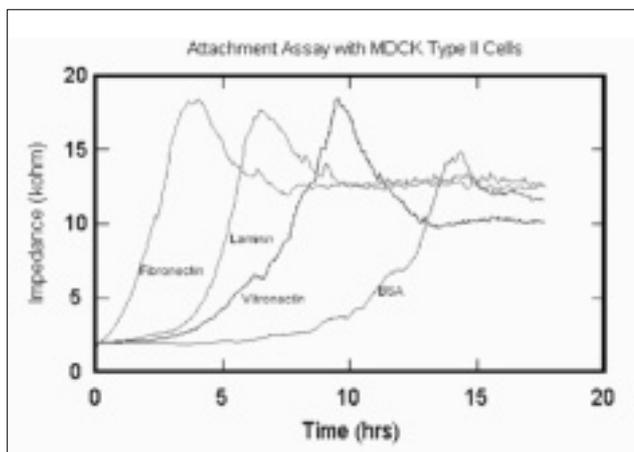


図4

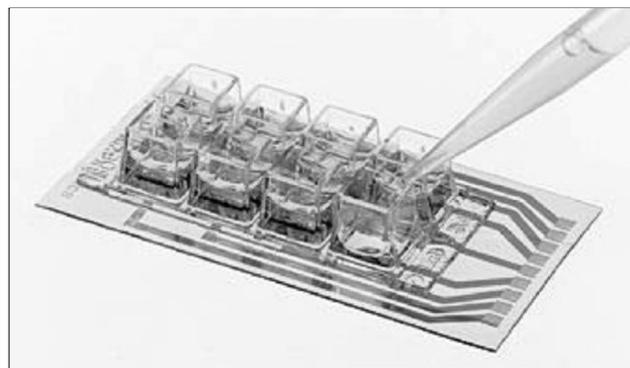


図3

に金の電極を入れ、それを交流電流につなぎ、電流を測定することによって、細胞の状態を調べ、成長具合を知るシステムです。細胞がどんどん増えて電極全体を覆ってしまうと、インピーダンスが上がり、電流が流れにくくなります。我々の実際の装置（図3）には容器が8個あり、それぞれの容器に入れた細胞の成長変化を電流で測定できます。

図4は、我々の装置を用いて、物質の表面に細胞が付着する時間を測定しています。細胞を容器に入れる前に、それぞれの容器にフィブロネクチン、ラミニン、ビトロネクチン、BSAという物質を入れておきます。フィブロネクチンにはごく短時間に細胞が付着して成長し、BSAでは15時間ほどかかることがわかります。これによって、物質による細胞の成長具合を時間的に測定することができます。

鎮痛剤のタイレノールの中にも入っているアセトアミノフェンという活性物質を、濃度を変えて容器に入れていくと、10mg/molの濃度ではすぐに細胞が死んでしまいますが、5 mg/molではしばらくの間は成長を続け、

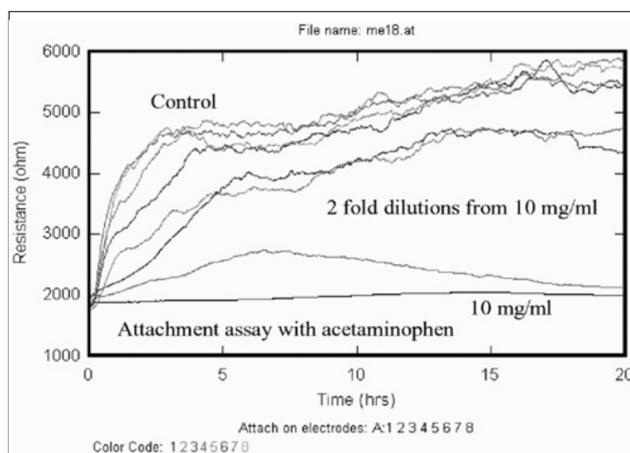


図5

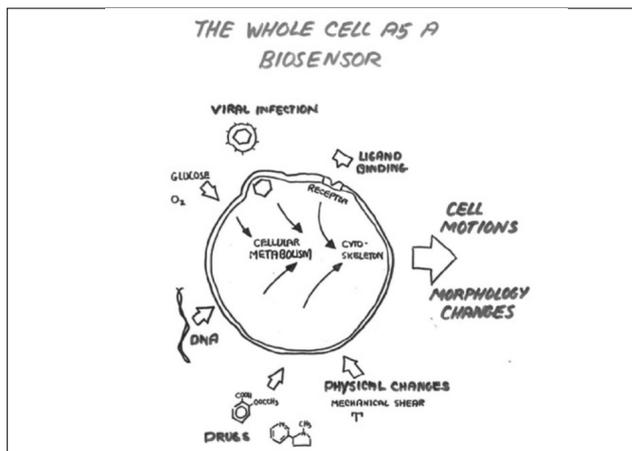


図6

やがて死んでしまうこともわかっています(図5)。これは、アセトアミノフェンの濃度が低くなるにつれ、細胞の成長が活発になることを示し、物質の容量に依存した細胞の成長変化を測定できることを示しています。

我々のシステムでは、細胞にウイルスをかける、DNAを入れる、薬を与える、温度を変えるといったことを行くと、細胞に反応が現れ、その電気変化を計ることによって、細胞の動きと形態の変化を見ることができます(図6)。これは、組織培養した細胞の性質を知るのに、非常に有用な科学的手法といえます。

補助金の申請とビジネスへの第一歩

研究費とキースの生活費を手に入れるため、我々はまずNIH(National Institute for Health)に研究補助金の申し込みをしました。しかし、審査さえしてもらえなかったため、次に連邦政府の行っている「小企業サポートプログラム(SBIPプログラム)」に申し込んでみました。SBIPプログラムは、連邦政府が大学などに補助金を出しているもので、全体の予算の2.5%を用いて、ハイテク中小企業を保護しなければいけないと決められたプログラムです。

SBIPプログラムから補助金を受けるには、「1.米国民が、独自に所有・運営している営利事業、2.従業員500人未満の中小企業、3.提案をしている分野で、圧倒的な優勢を誇ってはいけいない、4.米国が主要な事業場所、5.主研究員が、ビジネスに51%以上の時間を費やせること」の5項目を満たしていなければいけません。

最後の項目は、大学教授を除外するための項目です。大学教授は、お給料をもらっている大学の仕事に多くの

時間を費やさなくては行けないので、51%以上の時間をビジネスに費やすことはできません。ですから、私が主研究員となってこの補助金を申請することができませんでした。そこで、ビジネスに半分以上の時間を費やせるキースが、我々の事業の主研究員となりました。

また、3番目の項目に関して、我々は他の人がまったく手をつけていない研究を独自に行っていましたので、基準を満たしていませんでしたが、審査員がこのことを知らなかったおかげで、無事に審査をパスすることができました。

SBIPプログラムは、3段階に分かれています。第1段階では10万ドルまで出資され、半年かけて、申請したアイデアの技術的メリットの調査や信頼性を確かめます。第2段階では75万ドルまでお金がもらえ、2年かけて第1段階での成果を発展させていきます。第2段階に進むには、第1段階を通過しなくては行けません。

第1段階では10%、第2段階では50%の確率で補助金を出してもらうことができます。第3段階では、実用化に向けて製品化への準備を行い、補助金は一切もらえません。ですから、あまり第3段階で時間をかけるわけには行けません。

我々は、幸運なことにSBIPプログラムを通過し、ビジネスを始めることとなりました。米国でビジネスを始めるには、弁護士の協力が必要です。弁護士は、まず会社の名前がすでにどこかで使われていないかを調べ、税務当局への申請などをしてくれます。

私は、チャーリー・キースとビジネスを始めましたので、ゲイバー・キースがいい会社名だと思いましたが、キースはキース&ゲイバーのほうが良いという意見でしたし、ゲイバーのスペルが難しいという指摘もあったので、妥協してApplied Bio Physics, Inc.という会社名に決めました。そして、我々は弁護士に562ドル86セントを払い、ビジネスを始めました。

株式の発行も行っています。私とキースがそれぞれ50株ずつ持ち合い、合計100株を発行しました。連邦税やニューヨーク州税を払うために、計理士や会計士も必要になってきます。また、「ずるしていませんか」「差別をしていませんか」といった変わった設問を含んだ、多くの複雑な書類も提出しなくてはなりませんでした。

本格的なビジネスへの参入に向けて

我々は、現在RPIのインキュベータセンターで仕事をしています。ここは、事業を育てる保育器のような役割をしていて、いいアイデアをもっていれば誰でも使うことができます。しかし、3年やっても芽が出ない研究は見込みがないという考えなので、最高3年までしかいられないという、厳しいルールがあります。インキュベータセンターの責任者であり、ノーベル賞受賞者でもある私は、特別にルールの適用がはずされたので、6年もインキュベータセンターにいます。

ビジネスを始めると、驚くことが次々と起こるものです。ある日突然、アイオワ・メディカルスクールから我々の装置を買いたいという注文が入りました。初めての注文でしたが、プログラムさえできあがっていませんでしたので、現地まで行って、コンピュータとにらめっこをしながら、3日でプログラムを書き上げました。これは非常に幸先のよい一歩でした。

さらに、ビジネスウィークに我々を紹介する記事が載ったおかげで、いろいろなところから引き合いや電話がありました。シカゴの男性は、記事を読んで10万ドル投資したいと言ってきました。米国でも大手の投資会社ブレアが、我々の事業を買収したいと言ってきましたが、検討の結果お断りをしたこともあります。日本では、東京の医科大学や岡山に我々のシステムが1台ずつ入っています。

このようにして、我々のシステムも、少しずつ受け入れられるようになってきました。我々自身も、論文を書いたり、さまざまな会議に出席したりして、自らの研究を進めていく一方で、事業の促進もはかってきました。企業の展示会に実際のシステムを出して、いろいろな人に見てもらって、その反応をうかがったり、要望を知ったりすることは、販売促進のためには非常に大切なことでした。例えば、製薬会社からは「容器の数が96個必要だ」という要求がある一方、大学からは「高すぎる」という反応が出てきました。

製薬会社では、組織培養をするときに機械を用いるため、96個の容器を使っています。そのため、現在、製薬会社の要望に合わせて、96個の容器をもったシステムを開発しているところです。

また、現在はロックイン増幅器を使っているので、ずいぶん高くなっています。データロギングA/Dコンバー

ターの場合は、我々のシステムよりも情報量は少ないのですが、8000ドルという値段で手に入れることができます。我々のシステムは1台約4、5万ドルしますし、電極も一つ39ドル95セントかかります。ですから、大学から見れば非常に高いと感じられるのでしょうか。「情報量が少なくても安ければいい」というユーザーもいるので、我々もデータロギングのような安価なシステムの開発を行い、現在、実用化までこぎつけたところです。

これまで、キースと私はこの事業を、研究費を稼ぐための趣味的なものと考えてきました。しかし、そろそろ本格的なビジネスとして立ち上げたいという思いが強くなってきています。そこで、我々の仕事に興味をもってくれる人を、マーケティングや営業担当として雇いました。彼が300万ドルの売上を上げれば、その3分の1を渡す約束になっています。今のところ、まだ1台も売れていないので、これからどうなるかわかりませんが、順調に軌道に乗れば、会社をきちんと組織してくれる人を新たに雇い、ビジネスとして成功させていきたいと思っています。

我々のシステムに関して興味があれば、科学雑誌『Nature』の93年12月9日号、あるいは<http://www.biophysics.com>で詳細をご覧くださいことができます。

Ivar Giaever

1929年ノルウェー生まれの米国の物理学者。ノルウェー工科大学卒業後に兵役。その後、ノルウェー政府特許審査官となったが、1954年カナダに移住。さらに1956年米国に移住し1963年に帰化した。1958年からゼネラル・エレクトリック社(GE)の研究開発センターに勤務し、かたわらレンスラー工科大学に学びそこで学位を得た。現在はGEを退職、レンスラー工科大学教授の傍ら、起業(アブライド・バイオフィジクス社)。

1960年に超伝導体におけるトンネル効果をはじめ測定し、1965年には非定常ジョゼフソン効果を観測。「半導体におけるトンネル効果と超伝導体の実験的発見」で、ジョゼフソン、江崎玲於奈とともに1973年ノーベル物理学賞を受賞。1970年以降は、生物物理に関心を向け、固体表面の蛋白分子を研究対象としている。(ニュートン・サーチより)



開催風景

会場質疑

江崎 先生が作られたシステムは、特許を申請していますか。特許がなければ、他の人がシステムをコピーしてしまう可能性があるのではないですか。

ゲイバー このシステムのほとんどは、GEにいたときの基礎的な研究に基づいているので、GEが基本的な特許をもっています。米国の会社は、特許に対するポリシーを変えてきています。GEもお金のかかる特許は必要がないということで、我々のシステムはすでに公共の資産になっています。

基本的には、私は特許を信用していません。特許は、自分の企業を売りたいときには役に立つかもしれませんが、それ以外はあまり意味がありません。特許をもち続けるにもお金がかかります。アメリカでは申請だけで約1万ドル、世界的な特許にしようとする、5万から10万ドルのお金がかかります。中小企業にとっては、経費がかかりすぎます。

私としては、我々のシステムを、もし誰かがコピーしたとしたら、それは我々の勝利だと思っています。いいシステムだからこそ、真似する人も出てくるのです。

会場 先生のお考えになっている起業家精神とクリエイティビティーとは、どういうものですか。

ゲイバー 新しく雇った我が社の営業担当から学んだのは、顧客とのやりとりとマーケティングの大切さです。ビジネスでは、マーケティングのほうがイノベーションよりも大切だと教えられました。今朝、私はつくばのマクドナルドで朝食をとりましたが、マクドナルドではマ

ーケティングが全てです。誰でもハンバーガーは作れますが、マクドナルドは素晴らしいマーケティングによって、世界中で大成功をおさめているのです。

私はビジネススクールでクリエイティビティー、イノベーション、アントレプレナーシップという講座をもっていますが、自分自身、企業家としては今ひとつだと思っています。しかし、クリエイティビティーという点では優秀だと自負しております。それゆえ、誰かが自分の製品よりもいいものを作ったときには、お金と時間がかかっても、もっといいものを作ろうという気になってしまいます。ビジネスではクリエイティビティーがマイナスになるとときがあります。

私がビジネススクールで講座をもっているのは、もともと物理学部で教えていた講座の人气が高く、ビジネススクールのほうからも声がかかったからです。講座を始めたのは、技術者にビジネスの始め方や特許システムについて理解してもらいたかったからです。クリエイティビティーについても、どのように物事を進めればいいのかを学んでほしかったからです。

会場 米国には、ビジネスのパートナーを探してくれるシステムがあるのですか。また、起業家を目指している人であれば、パートナーは自ら見つけていくものだとお考えですか。

ゲイバー 米国では、そういったシステムはありません。パートナーは、人に頼らず自分で探すべきだと私は思っています。ビジネスパートナーには信頼できる人、自分



つくばの研究所視察（上は産総研、右は筑波大）



とうまくやっていける人が必要ですから、やはり自分で探さなくてははいけません。

江崎 つくばには1万人以上の科学者がいますが、起業家はいません。このようなところでは、どのようにしてビジネスを始めたらいいでしょうか。

ゲイバー 米国では、自分で商売をやっていきたいと思えば、小さな企業を作ればいいんです。失敗しても、誰もあまり何も言いません。たとえ失敗したとしても、2年くらい経ってから、また新しいビジネスを始めればいいのです。ビジネスにおける失敗は、米国では欠点になりません。米国では、私のように企業から大学に移るといように、仕事を変えることは常識ですし、家を3軒くらい買い換えたりします。日本に比べ、非常に動的な社会なので、起業しやすいのかもしれない。

会場 研究者としても、ビジネスマンとしても成功することは、可能だと思いますか。

ゲイバー よい例かはわかりませんが、ビル・ゲイツはハーバード大学を中退して、自分でビジネスを始め、大富豪になりました。ですから、可能だと思います。アメリカではそういう例がたくさんあります。特に医学部には、いろいろなビジネスをして、金持ちになった人がたくさんいます。RPIには有名な成功談があります。10年くらい前の話ですが、博士課程を修了した学生が、インキュベータセンターで研究を始めました。当時、車に入れるオートマチックな地図は作られていましたが、ある優秀なビジネスマネージャーがセールスマンのためのマップを作るように提案し、彼らの会社は大成功をおさめました。今では、1億ドルくらい稼ぐ大きな会社になっています。

会場 先生は、物理学から生物学へ、会社からアカデミア、そして起業して再び会社へというように、アクティビティーが非常に高い方ですが、日本でそうするのは大変難しいと思います。今後、いろいろな分野にチャレンジをしていこうとしている若い人にアドバイスをお願いします。

ゲイバー 私は以前、同じ仕事を5年から10年以上続けてはいけなないとアドバイスされたことがあります。仕

事を変えることで、新しいことを学ぶのです。また、新しいことを学ぶ過程で重要な発見をすることがあります。

私からのアドバイスは“Go for it. Do it.”です。また、ビジネスマンになるには、楽観的でないとはいけません。私のビジネスが、儲かっているかという質問はありませんか。

これまでに、我々のシステムは30台売れています。1台が4万ドルなので、システムだけで120万ドルの売上があります。電極では、毎年10万ドルくらいの売上になっています。政府からの補助金もありますので、助かっているところがあります。しかし、ビジネスを始めた最初の年は赤字でした。その後は黒字が続いています。

江崎 つくばには、科学者や研究者のシーズがありますが、それをいかに商業化していくかが今後の問題です。これからの日本の産業構造を変えるには、ベンチャー企業の力が必須です。つくばには新しい研究成果があるのですから、その中から日本の産業構造を変える企業が現れることを期待しています。本日の示唆に富んだ講演が、新しいつくばの契機となれば幸いです。ありがとうございました。

(2001年11月1日実施) SAT



SAT関係者とともに記念写真
(左から吉川弘之先生ご夫妻、江崎玲於奈先生ご夫妻、ゲイバー先生ご夫妻、岩崎洋一先生ご夫妻)