

No.35

August 20, 1993

Information

講 演

1993 年 2 月 17 日 (水)・第 52 回談話サロン (東京・弘済会館)

講師・題目

William Aspray : 「技術競争力の歴史的分析
——エレクトロニクスを例として——」 (対訳)

日本工学アカデミー

THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

技術競争力の歴史的分析

——エレクトロニクスを例として——

William Aspray



Director of the IEEE-Rutgers Center for the History of Electrical Engineering and member of the graduate faculty of history at Rutgers University. Born in 1952.

B. A. in philosophy & mathematics from Wesleyan University.

M.A. in mathematics from Wesleyan University.

M. A. & Ph. D. in history of science from the University of Wisconsin at Madison.

Dr. Aspray served formerly as :

Associate Director of the Charles Babbage Institute for the History of Information Processing at the University of Minnesota ; lecturer in History of Science at Harvard University ; and Assistant Professor of Mathematical Sciences at Willams College.

Books :

John von Neumann and the Origins of Modern Computing (MIT Press, 1990) ; *Computer as Servant and Science : Impact of the National Science Foundation* (with Bernard O. Williams and Andrew Goldstein, forthcoming, NSF History Series) ; and *Not Only Numbers : A History of the Computer* (with Martin Campbell-Kelly, forthcoming, Sloan Foundation Technology Series, Basic Books).

司 会 (植之原国際委員長) こんにちは。今夜はお忙しい中を多数のメンバーの方にお集まりいただきまして、どうもありがとうございます。

講演に先立ちまして、私から簡単に講演者の略歴を紹介させていただきます。

ドクター・アスプレイ、ご存じのように、現在、IEEE-Rutgers Center for the History of Electrical Engineering のディレクターをされておりますけれども、このセンターは、ニュージャージーのニューブランズウィックにありますラトガース大学のキャンパスの中にありまして、同時に、ラトガース大学で科学技術史の講義もされております。1952年のお生まれだそうで、41歳という、日本では考えられないような、お若いのに大変重要な役割を果たされているわけでございます。

学歴は、バチューをフィロソフィ&マセマティックスの分野でお取りになりまして、それから、マスターをマセマティックスでお取りになった後——これは、両方とも最初はウエズリアン大学、それか

ら、再びマスターと Ph. D.を科学史の分野におきましてウイコンシン大学で取られております。そのほかに、トロント大学と、それからプリンストン大学でも学ばれておられます。科学史の分野で大変なご業績を持っておられまして、MIT プレスから、『フォン・ノイマンとモダンコンピューティングのオリジン』という本を出しておられますし、また NSF ヒストリー・シリーズとして *Computer as Servant and Science : Impact of the National Science Foundation* という本も間もなく出る予定です。そのほかに、いろいろな科学史に関するエディターとして大変なご業績を残されております。

今回、日本を訪問なさいましたのは、企業のトップで大変な技術革新をもたらした人について調査して、それをまた本にまとめたいということで、アメリカはじめドイツ、日本を調査研究をして回られているわけでございますが、今回は、日本で調査研究して資料を集めるということでいらっ

しゃっているわけでございます。この機会に、「技術競争力の歴史的分析—エレクトロニクスを例として—」ということでお話を伺えるわけでございますが、大変おもしろいお話、貴重なお話を伺えると思いますので、ご清聴のほど、よろしくお願いしたいと思います。

アスプレイ まず最初に、きょうは、この席にお招きいただいたことを厚く御礼申し上げます。このような権威ある団体の皆様方の前で話をさせていただきますことは、私にとって大変光栄なことでございます。

50年間にわたる日本の方々の劇的とも言えるさまざまな業績につきましては、もちろん、これは世界中が知っております。私が思いますに、これは日本の方々の勤勉さ、周到な企画、そして技術全体のレベルの高さ、これらが相まって、これまでのすばらしい業績、成果をつくり上げたのだと思います。ですから、これまでの劇的なそういった変化、改革にみずから直接携わってこられた方々に、今晚、このように話をさせていただきますことは、本当にうれしいことであります。

今晚、私がいただきました演題は「技術競争力の歴史的分析」ということでありますけれども、正直申しまして、多少の不安を感じないわけではございません。と申しますのは、この重要なトピックについて、私が調査研究を始めたのは、ごく最近のことです。ですから、これまでまとめたことというのは、まだまだ初歩的な、基本的なものが多いのです。そしてまた、私自身の研究の結果というより、他の研究者の方々の成果に頼った部分が多々あります。それから私自身がよく知っているということから、アメリカの経験ということに少し重点が置かれ過ぎているかとも思いますが、多少なりとも皆様方のお役に立てれば幸いです。

私の今晚の話の主な部分というのは、次の2点からなっていると言えます。先ず第1に、米国でのハイテクの簡単な歴史の紹介。2つ目が、現代の技術及び社会問題などについて我々が歴史から学んだ教訓です。しかし、本題に移りますまえに、より一般的な事ですが、なぜ私が、歴史がエンジニアリングにとって価値があると信ずるか、その

理由が5つありますので、それについてお話しさせていただきます。

おそらく、はっきりと言えることだと思いますけれども、この1世紀の間に近代社会が成し遂げてきました記念碑的なさまざまな技術の進歩を認識するには、歴史を知る事が最も良い方法であるということです。

第2の理由といたしまして、私ども現代のアメリカでは、科学技術教育に関してかなり深刻な問題を抱えております。若者たちに、この分野での仕事を一生の仕事として真剣に考えてもらうにはどうしたらいいかというのが、大きな課題になっているわけです。こういった問題に対処するために、歴史をうまく使えば、若者に対するこの分野の教育を、さらに内容の豊かなものにして、それから、社会における役割の実例も提供できるので、エンジニアリングというのが、例えば弁護士とか、野球の選手とか、あるいはロックスターになるのと同じぐらい、若者たちにとって魅力あるキャリアとなるのではないかと考えられるわけです。

第3の理由です。一般的に普通の人々と言うのは、しっかりとした科学技術の教育を受けているわけではありませんので、エンジニアというのが何をする人なのか、又、どのように社会に貢献しているのかということになると、実はあまり良く知らないわけです。そして、エンジニアリング(工学)とサイエンス(科学)とをごちゃごちゃにして考える人も多いですし、またしばしば、エンジニアというと、なにか災害とか、あるいは社会的な問題—公害だとか、プライバシー侵害だとかという問題が起きて初めて、「エンジニアリングなんていうのがあんまり進むからそんなことが起きるんだ」というふうに、むしろ批判する対象として思い浮かべたりします。我々としては、歴史的ないろいろな過去の事例を使うことによって、一般の人々に、現代社会におけるエンジニアリングの貢献と、それから果たすべき責任の両方に関して、バランスのとれた教育を施せるようにと考えております。

第4の理由です。現代の政府、あるいは地方自治体の職員というのは、国家と国民の福祉にとって重大な鍵となるような工学(エンジニアリング)

の問題に関わる非常に複雑な意志決定を、さまざまな場合でなければなりません。しかしながら、これらの人々の多くは、エンジニアリングの問題が絡んだ様な立法的な決定をするしっかりした根拠とか準備が充分に出来ていません。ですから、我々としては、さまざまな歴史的な実例を使いながら、そこから政策に関するいろいろな教訓を示して、そうした意志決定に役立ててもらおうと考えているわけです。

第5番目、最後の理由ですけれども、今日のエンジニアというのは、非常に膨大な量の続々と生まれてくる知識、その量にまず圧倒されがちであります。そして、その結果、ますます限られた狭い技術分野を専攻せざるを得なくなってきています。ですから、我々としては、歴史を使って、そういった技術的な側面の知識をさらに広いものにし、それから、それぞれ個別に見えるような側面がどのように関係し合っているか、そして、なぜ現在そういうふうな形になっているのか、こういうことを解き明かしていこうとしています。また、工学のビジネス面や、経済面、或いは社会的側面にかかわるエンジニアがその技術的能力を高められるような教育をほどこす為にも歴史が利用できると思います。

最後の2つをもう一度繰り返しますけれども、4番目が、政府とか地方自治体において政策的な決定をしなければならない人を教育するということ、それから、エンジニア自身の教育の幅を広げるというのが5番目の理由でした。この2つのために、私自身としては、技術競争力の歴史的な分析という、この研究をしてみようと思い立ったわけでありまして。そこで、まず第一歩といたしまして、1991年に、指導的な立場にある歴史家、そして電気技術の専門家を招きまして国際会議を開催し、技術的な競争に関する歴史的、そして現代のさまざまな諸問題を発表してもらいました。私の話にこれから出てくる例の多くは、この会議から得た知識をもとにしております。私自身もラトガース大学の史学専攻の大学院生と一緒に、産業革命と西欧における20世紀のハイテクノロジーの比較研究をいたしました。今週、私は日本におきまして、やはり比較研究をするつもりであります、この

目的は、日本、ドイツ、米国を比較いたしまして、経営トップがエンジニアリングを勉強した人である場合、技術志向の企業の経営慣行にどういう影響が見られるかということが主題となっております。私は最近、AT & T社の公文書を保管してあります資料館に行きまして、そこで、アメリカの最も成功した研究所として有名なベル研究所の経営のこれまでのあり方について学ぶ機会を得ました。ですから、同じような機会を求めて欧米や日本におけるハイテクの歴史を研究していきたいと思っています。

それでは、アメリカにおけるハイテクの歴史を簡単にお話しさせていただきます。

ハイテクの歴史は、19世紀後半のビッグ・ビジネスの抬頭と同時に始まりました。歴史学者のアルフレッド・チャンドラーとその学生の研究によりますと、多くのこれらのビッグ・ビジネスは、技術的な製品の製造を基盤として始まっています。例えば農業機械とか、鉄道、鉄鋼、化学製品、それから電気製品、そして、後になってからですけれども、自動車などです。

これらの企業において初めて、経営というものが所有者の手から独立した、離れたものとなりまして、新興の経営のプロとも呼ぶべき人々が、ビジネスそのものであるとか、あるいは製造工程の合理化に努めまして、その結果、さまざまな新しいツールが開発されました。例えばファイリング・システムから電話とか電信を使った進んだ通信設備、それから大量生産のシステムまで、こういったものが続々と生まれたわけです。

当時、多くのこうした企業は、個人発明家の独創性に、その会社の命運をかけておりました。どんな人かというと、農作業をしているので、実際の経験はあるけれども、正規の教育を受けたわけでも何でもない。しかし、何かすばらしい新しい製品を発明したというような人々です。企業は、こういった人々からその権利を買い取ったり、あるいは、時として社員として給料を払って抱えたりしました。しかしながら、かなりの規模の会社が、このような個人の発明が今後もずっと手に入るであろうという仮定で将来をかけるというのは、危険きわまりないことでありました。そこで、発

明というものをもっときちんと管理することが必要となりました。

さらに申し上げますと、ごく初期の技術的な製品——例えば刈り取り機ですとか、ミシン、自転車、それからキャッシュレジスターのようなものでしたら特に正式な訓練、教育を受けていなくてもよかったわけですが、次世代的な製品ともなりますと、その開発を行う人々には、ある程度きちんとした科学的なトレーニングが必要となりました。これは、特にファインケミカルとか交流電気機械、更にはキャッシュレジスターのような、いわば精密な機械の場合には特に必要となりました。そこで、19世紀の終わりから20世紀の初頭にかけて、実験的なベースではありましたが、企業内に研究部門を設けるところができました。また、政府は、この時期に多くの規制を設けました。その初めは1890年のシャーマン・アンチトラスト法ですが、企業活動に制限を加えて競争を促進し、また、市場の占有化を防ぐ方針を打ち出しました。こうしたさまざまな法令ができたおかげで競争が維持されて、そして、そのためにも、企業としてはライバル他社の製品をしのいだよい製品をつくるために、一層、研究所の設立に拍車がかかったわけです。

歴史家のレオナルド・ライク氏が言うように、一番最初にできた研究所といたしましては、ゼネラル・エレクトリック社、AT & T社のものが挙げられると思います。これらの研究所は、両方ともごく初期の時代にはテストと開発に専念しておりました。第一次大戦が過ぎまして、初めてこれらの研究所が、いわゆる基礎研究というものに目を向け始めました。その後、第二次大戦までの時代は、1930年代の末まで続いた大恐慌のおかげで、こうした研究所の成長とかハイテクの進歩にもかげりが見られました。とは申しませんが、大企業にとって、科学をベースにした研究の価値でありますとか、また、技術の進歩のもたらす価値というのは、その結果は、AT & Tでありますとか、デュポン、GE、そしてGMなどの資料館などを見ますと、それは、展示されているものを見れば一目瞭然でございます。また、同時に、このころ1920年代に始まったことですが、

も、小さな規模の研究所でありますとか、小さな企業といったもの、これらは特にラジオの発明に伴って非常に目覚ましい成長を示しました。

主にラジオ、そして電話会社の成長の結果、1930年代の終わりまでには、エレクトロニクスに関して膨大な知識が、主として産業界、そして学界において開発されるようになりました。この、エレクトロニクスに関する知識は、特に第二次大戦におきまして連合軍が最大限に効果的に利用いたしました。そして、戦争が終わりますと、ハイテク企業といったものがめざましく成長していくわけですが、このハイテク企業というのは、別に大きいところだけではなく、大きいところも小さいところもいろいろな規模のものがありました。そして、この中には、戦争中に開発された多くの技術の商品化、実用化を目指すとか、または、軍事用の技術を冷戦に備えて開発を続けるという事なども含まれて居りました。この戦争直後の開発の規模は、アメリカにおいて最大でありました。それには多くの理由があります。例えば米国は、ヨーロッパとか日本とは全く違って、戦争によりインフラとか経済を損なわれることなく終戦を迎えました。また、そこからアメリカの才能とかノウハウに対する絶大なアメリカ国民の自信も生まれました。それから、アメリカという市場は大変大きいということも1つの理由でしょうし、戦争中の努力によって工場の生産能力も増大していました。また、政府は、GI法というようなものをもちまして、高等教育の支援に大変気前よくお金を使っておりました。高等教育の制度もすばらしいものでしたし、あちらこちらから、特にヨーロッパから優秀な科学者、技術者を集めたということもあります。また、投下資本も潤沢にありました。このような理由で何千人もの規模のエンジニアたちが教育、訓練を受けまして、大企業は急速に技術部門を拡大いたしましたし、一方、小さい規模の会社、新進のハイテクの会社も幾つも生まれました。そして、テレビ、コンピュータ、原子力、大型タービン、航空機、その他、多くの産業が急速に伸びていった時代でした。

戦後の時代には、ハイテクの高まりと時を同じくして、多くのビジネス・スクールが生まれてき

ました。このことは、技術系企業の経営をさらに効率よくしたいという人々の関心の高まりを示すものであります。このよい例として、ゼネラル・モーターズが挙げられます。2つの戦争の間の時期に、アルフレッド・スローン、当時、ゼネラル・モーターズを率いていた人ですけれども、第一級と評してよいようなすばらしい研究所を建てて、その所長にチャールズ・ケタリングを迎えました。しかしながら、また同時期に、スローンは、財政面では引き締め政策をとりまして、いわゆるモデルイヤーの概念を導入いたしました。ですから、自動車の実質より、むしろスタイルを宣伝して、販売を伸ばすという方針をとったわけです。こうした手法によりまして、財政的、経理的な効率は、まさに完璧と言うべきレベルにまで、この会社では磨き上げられました。さらにこれは、戦後になって、GMの天才的とも言われるマクナマラ氏がその指導者となって、一層拍車がかかりました。

マクナマラ氏がおさめた成功は非常に大きなものでありましたので、GMをはじめとして、そのほか多くの技術系の企業は、販売、あるいは財政に、今までより、より多くの注意を向けるようになりましたが、それに反比例するかのように、製品の向上であるとか、革新であるとかいうほうには、あまり注目しなくなるといった傾向が見られました。この傾向は、さらにその後の改良された情報技術でありますとか、通信の進歩によりまして、さらに強調されることになりました。といいますのは、こうした新テクノロジーを駆使いたしまして、投資家とか市場コンサルタントと呼ばれる人々は、自分の行った投資をより詳しく追跡することが出来るようになりましたし、短期の投資収益といったものを強調するようになったからです。勿論、こうした傾向というのは、研究開発に関する大がかりな投資とは逆行するものであります。

共和党というのは、企業寄りであると一般には言われておりますけれども、実は戦後の共和党政権は民主党政権に比べてハイテクノロジーに関しては余り強力な支援を提供しているというわけではありません。共和党は、自由市場を提唱しておりますので、現実には、独占的、あるいはただそう

いうふうに見える企業、例を挙げますと、AT&TとかIBM等が含まれますけれども、こうした企業には非常に厳しく当たりました。そして、その結果、研究開発(R & D)に対する彼らの投資能力が著しく傷ついてしまった訳です。又、そのほかの企業、ゼネラル・エレクトリックとかウエスティングハウス社に対しては、例えば彼らが互いに情報を交換しようとするとか、あるいはジョイント・ベンチャーを作ろうとかすると、いろいろな形で難癖をつけたり、邪魔をするようなことを行いました。また、共和党政権は、歴史的に見てみますと、国家的な技術政策といったものも開発しませんでしたし、政府の行った研究結果を効果的に産業界と分かち合うというようなこともなおざりにしてきました。貿易政策に関しても、効果的な努力をしてきませんでしたし、又、ハイテク産業における研究の促進や発展の種を撒くというような努力もしてきませんでした。

確かに、技術的な競争力というものは1980年代には企業中心から国家レベルの問題になりました。これは、共和党政権のドナルド・レーガン、ジョージ・ブッシュの頃です。しかしながら、せっかく国家の中心政策となるようになったにも関わらず、こうした変化のメリットも共和党の掲げる自由市場イデオロギーによって、ずいぶん削り取られてしまいました。つまり、両大統領とも、減税とか産業に拘る規制撤廃を行うだけで、新しい技術、開発の促進までは手が届きませんでした。確かに、時としては投資をして、米国の競争力を高めようという努力も見られました。例を挙げますと、国家的なスーパー・コンピュータの設備などですが、しかしながら、折角そういう努力があっても極めて稀だったのであまり効果がなかった訳です。

政府の研究開発に対する最大の支援としては、20世紀の殆どを通して巨額の資金が軍事産業やビッグ・サイエンス・プロジェクト、例えば宇宙望遠鏡ですとか、超電導大型加速機(SSC)等といったものに投入されたことが挙げられます。しかしながら、こうした技術を商業的な利用法に移管する努力は殆どなされませんでした。一方、非常に価値がある業界の動き、例えばセマテックとマイクロコンピュータのコンソーシアムですとか、コマー

シャル DARPA を作ろうというような動き、こういったものに対しては、時の共和党政権からは殆ど無関心、時としては敵対視するような扱いしか受けることができませんでした。

簡潔に申しますと、ハイテクの歴史というものは多くの重要な課題を我々に残してくれた訳です。例えば産学の関係とか、あるいはシリコンバレーとかルート128などの地域的な技術センター、それから、ベンチャーキャピタル市場などの問題です。

ここで、最後の私のトピックの方に話を移したいと思います。それは即ち現代のエンジニアリング、そして社会的なさまざまな問題に関係のある、歴史から得た教訓という点であります。前に申し上げたとおり、先ほど触れました1991年の技術競争力に関する国際会議で得た知識をもとにして、いろいろな例を引かせて頂きます。1つ1つの例を詳細にわたって述べることは避けまして、その教訓だけをまとめてみたいと思います。歴史的な事実の詳細につきましては、この会議録が4月に発行されますので、それをお読み頂ければ分かっていただけるかと思えます。

イギリスに「ニューキャッスルに石炭を持っていくな馬鹿はいない」という諺があります。ニューキャッスルは有名な石炭の生産地帯であります。実は私、今、話を進めようとして、全く同じ様な気持ちを抱いております。日本に関しての話をいろいろするわけですので。私がこれからお話ししようとする教訓というのは、主に3つの文献からとられたものであります。それを1つ1つご紹介いたしますと、1つは、スウェーデンの学者でレナート・ステンベリという人の書いた分子ビーム・エピタキシの研究についてのペーパーでありまして、2つ目が日本のエレクトロニクス部品産業についてのものでありまして、これを書かれたのは東京農工大の高橋雄造先生ですし、3つ目のペーパーは、ジェームズ・ガバーというアメリカのエンジニアの書いたものでして、この人は、IEEE からコングレショナル・フェローシップを得て、日本とアメリカのエレクトロニクス業界の比較研究を行った人です。

こうした3人の方の研究の結果、日本のエレクトロニクスに関して何がわかったかと言いますと、

5つあります。

まず第1に、日本の政府の機関、特にこれは通産省ですけれども、どのような技術、あるいはどのような企業を選んで援助を与えるべきかという、その選択をするときに何かすばらしい超人的な能力を持っているらしいというのは、米国の学者が思っているところでありますけれども、それと同時に、これまで日本が成功してきたというのは、主として産業界のリーダーと官公庁との間の緊密な協力関係を通じて、情報が常に政府側にきちんと提供されているといった下地があるからだということも知っております。しかしながら、こういう関係は、アメリカにおいては、眉をひそめる人が多い傾向があるのも事実です。

第2点目ですけれども、日本は、大学の先生と、そしてその教え子で企業に働く者、この両者の関係が、非常に長い間、しかも強く続くために得るものが大きいという事実があります。このような関係は、勿論米国にもないわけではありませんけれども、米国の場合は、それほどその関係は強いものではありませんし、又、日本ほど一般的でもありません。

第3点目ですけれども、日本のメーカーというのは部品、それから素材、パッケージ、製造、これらはすべて世界的に品質、あるいは信頼性において世界標準のレベルまで高めるための鍵となるものですけれども、こういったことに常に心を配って努力をしてきました。これと比べますと、対照的に米国のメーカーのほうは、どちらかというと、その注意を完成システムとかデバイスの生産に向けてきたということが言えます。

第4点目ですけれども、もう一つ、日本のやり方がアメリカよりも有利であったのは、軍需志向ではなく一般消費者志向だったということです。アメリカの軍事技術から民間用への転換は、どうしてもその性格上、非効率的なものが多いわけですから。

5つ目ですが、日本の企業がアメリカの企業よりも優れていた点の一つとして、製造過程を機械化することによって、品質、信頼性、それからコストの向上に常に努力してきたということが挙げられます。

それではここで、特にアメリカについて言えるような歴史的な教訓を挙げてみます。

まずその1です。アメリカの歴史家、スチュワート・レスリーの研究の中に書かれていることですけれども、シリコンバレーというのは、主に冷戦中の防衛政策によって作られました。ですから、アメリカの多くの都市計画に携わるような人々が、今、シリコンバレーと同じ様なものを真似して作ろうとしているけれども、これは、戦略的にあまり賢くはない。というのは、一般市場は上向きの状態ですけれども、一方、それに反対するように、軍需市場は衰退する傾向にあるからです。

2つ目は、アメリカの国會議員達は、しばしば宇宙望遠鏡であるとかSSCの様なビッグ・サイエンス・プロジェクトについて意志決定を迫られる事が多いのですが、科学的な、あるいはエンジニアリング的な問題を理解できている議員は殆ど居りません。しかしながら、こういう人たちが手がける法律自体は非常に大切なものです。なぜならそういう法律によって連邦政府がこれから先端的な科学やエンジニアリングなどに大きな支援を与えて行くかどうかが決まるわけですから。ビッグ・サイエンス・プロジェクトと呼ばれる物の提唱者は、科学が進歩すれば、それは直接技術の進歩につながるのだと主張します。しかしながら、英国生まれの歴史家でありますロバート・スミスは次のようなことを指摘しています。つまり、いろいろな技術の歴史を研究する人々は、必ずしも科学の進歩は技術の進歩に結びついていないと言っている。故に、ビッグサイエンス・プロジェクトを無条件に支持するような論法には欠陥があるのだ、ということです。

これらの歴史家から学んだ教訓の中には、どこか特定の国に当てはまると言うよりも、一般的に当てはまると考えられるものが幾つもあります。

コンピュータ業界を保護するために、英国政府は、半強制的な合併、あるいはその他の手段を使って、業界の再編成、合理化を行いました。そして、その結果、残った整理された企業が効果的に外国のライバル会社—これは特にIBMを意識してですけれども—と闘えるようにという配慮があった訳です。しかしながら、英国の歴史家マーティン・

キャンベル・ケリーは、この戦略は全く失敗であったし、又、このようなやり方は他のどんな場合にも上手く行かないであろうというふうに指摘をしています。

次に、スコットランドの社会学者ドナルド・マッケンジー、そしてオランダの歴史家ボーリー・エルツェン、この二人が、社会的な要因というものが、目に見えないような方法で競争力に影響を与えるという研究結果を発表しております。この二人は、アメリカのスーパー・コンピュータのユーザーとメーカーの間に非常に強い社会的なつながりがあると、そのことによって、新しい企業の算入に支障を来たして、更に市場で販売される製品の技術改良がどうしても遅れがちになると述べています。

アメリカの歴史家のスーザン・ダグラスは、ハム無線の愛好家、ハイファイ・マニア、それからコンピュータ・ハッカーなどの研究を行って、次のような結果を発表しています。産業と政府だけが競争の場での唯一のプレーヤーであるわけではない。つまり、個人とか民間のグループと言った人たちも、特に技術の利用法とか、あるいは技術開発の方向に関して政府とか業界と対等になって意見を闘わす事が出来るということです。

又、蒸気で動くような車や馬車と、電気トロリーとを比較した研究がありまして、これは私の同僚のエリック・シャッツバークが行いましたけれども、その中で彼は、コストや技術的な性能などと言うのが、いわゆる競合する技術の中の勝者がどこになるかというのを決める要因ではない。そのほかの例えば産業界の構造であるとか、革新的技術に対する認識などが勝者を決める決定的な要素となり得ると言っています。

一方、ドイツの歴史家、ウルリッヒ・ベンゲンロスという人は、多様性といったことも、技術が成功するか否かの大きな要因であるというふうに言っております。彼はその研究の中で、例えば最初に電動のモーターが工場に導入され始めた頃、電動のモーターと言うのは、蒸気で動かすものよりも高価であったし、信頼性も、その頃はあまり良くなかった。しかしながら、それらが敢えて導入されるようになったというのは、その多様性の

故であって、非常に多くの種類の仕事をこなせるということと、繊維工場とかその他の工場での諸設備の設置が、より柔軟にできるようになったという大きなメリットがあったからだと言っています。

ゼネラル・エレクトリック社の初期の成功ぶりに関する研究の中で、アメリカの歴史家バーナード・カールソンが次のようなことを主張しています。それは、会社に資本、会社の組織的な価値、そして強力な指導力などを上手く活用し、満たしてやるという能力があったので、ゼネラル・エレクトリック社があれだけの成功を収めたのだということです。この教訓はその他一般にも通用するものであることは疑いがありません。

また別の研究では、フランスの歴史家アラン・ペルトランとパスカル・グリッセ、それからアメリカの歴史家のガブリエル・ヘクトとケネス・リパティット、この4人がいわゆる競争というものは、たとえ独占状態、または電力とか電話などの政府が統制している業界でも十分に有り得るのだということを言っています。しかしながら、こういう場合の競争というのは、カスタマーに関する競争—石炭の供給会社と原子力の供給会社との競争—あるいは、技術の目指す目的などに関する競争、例えば企業を対象とするか個人ユーザーを対象にするか、という意味に限定されているものではあります。これらの研究はまた、政府の規制を上手く使えば、いわゆる独占的な業界にも効果的に競争の論理を導入することは可能であるということを示しています。

次に、競争というのは、特に発展途上国におきまして、しばしば非常に深刻な問題の原因となります。パスカル・グリッセの研究の中では、例えばフランスのような先進国においても、一種の競争から生まれる緊張感は避け得ないということを言っております。そして、その例として、フランスの場合には、最高の技術的なインフラストラクチャーを確立するということと、それから、そうしたインフラの自国内でのサプライヤーをいかに支援するか、この2つの間に、一種の基本的な緊張関係がどうしても生まれるというふうに、彼は言っているわけでありまして。

時間が限られておりますので、ここで最後に締めくくりとして西洋における技術競争に関する第一人者の一人であるアーノルド・トインビーの1884年の言葉を引用して私の話を終わらせていただきます。

「我々が今わかったことは、競争そのものは善でも悪でもない。競争そのものは、我々が研究し、管理すべき力であります。たとえて言えば、常に勢いとか方向を観察する必要のある川の流れのようなものです。時には堤防を築き上げることも必要かもしれない。そうすれば、川は周囲に害を及ぼさず、むしろ有益にその本来の機能を果たし得るはずである」。(拍手)

司 会 大変有意義なお話を伺わせていただきました。我々、ついつい日本なりにいろいろ過去の流れを見てきて、こうなのじゃないかと思っているようなことを歴史的に分析して、非常に貴重な項目として指摘していただいたと思います。

それでは、質疑応答に入る前に食事をまず済ませまして、アスプレイさんにも一息ついていただいた上で質疑応答に入りたいと思いますので、どうぞお食事をお始めください。

(休 憩)

司 会 そろそろ皆さん、お食事も終わられたようでございますので、これから質疑応答に入りたいと思います。約30分足らずの時間がございまして、どうぞ積極的にご質問をお願いしたいと思います。英語でも日本語でも、どちらでも結構でございます。

森(三菱電機) 私、多少アメリカの技術史に興味があつて勉強して、一昨年も『中央公論』に書いたんですけども、最近の話ですと、コンペティティブネスというのが、例えばマイケル・ポーターの本が、随分、日本で訳されていますけれども、定義が随分違う。例えば企業単位で言うのか、政府レベルで言うのか、3つか4つ、定義があるので、どういう立場で考えられているかということと、それからエコノミックな話ですけども、テクノロジーとどういう相関関係があるのかということと、2つ、ちょっと初めにクリアにさせていただきたい。

アスプレイ 私どもが91年の10月に、先ほど私の

話の中で触れました技術的な競争力と題した国際会議を開いたのですけれども、そのときはわざと意図的に、競争力というのをあまり鮮明に定義づけをしないで行いました。最初からそういうことをしなかったのです。これは、そこに集まりました技術を代表する人たちと、歴史専門の人たちがどういった反応を示すか、これを見ようというのがそのねらいでありました。会議が終了した時点で、大きく分けて4つの定義といったものが出たと思います。

順番に挙げていきますと、1つ目は、ビジネスとか、あるいは市場の間のコンペティションということ。2つ目は、技術を通して、国としての経済力を上げて豊かになるというような、国家としての競争力ということ。3つ目が、技術（テクノロジー）の中の、ある特定なアプリケーションに対する、その技術間の競争ということです。4つ目は、すみません。実は忘れてしまいました。

もう一点は何でしたか。

森 技術と、ビジネスというか、エコノミックというようなものとの関連が、非常にクリアになっていればいいんですけれども、そこにも関連があるときもあるし、ないときもあるわけですね。さっきのサイエンスとテクノロジーと同じように、見方によってあるときもあるし、ケース・バイ・ケースでそういうことがあるので、テクノロジカル・コンペティティブネスというのをやる目的はどういうことかということですね。ビジネスのほうは、わりにわかりやすいと思うんですけど。

アスプレイ 私のこれからお答えすることが、的確に今のご質問の答えになっているかどうか、ちょっとわかりませんが、私の話は、主に競争力というのを、国家、あるいは企業ということをベースにして、コンペティティブネス、技術的競争力ということを話してきました。ですから、そういった場合には、こうした技術を使うことによって、最終的には利益を上げていく、利益性を追求しているということで、そういった意味では経済性といったことに非常に強く関連があるかもしれません。

アメリカで、特に80年代に、国家の競争力ということがいろいろ議論されましたけれども、これ

は非常に混乱した要素があったと思います。というのは、技術というものには国境がないわけですから議論を進めますと、国境のない技術をつくって、そして、自分たちだけがその恩恵を享受して、自分たちの国以外のところには、それをなるべく与えないようにしようといったような、とかくそういった傾向が生まれたからです。

森 もしそうだと、例えば国家というものを単位にとって、経済的な競争という立場に立つと、なぜアメリカは産業政策を国家がとらなかったか——共和党がと言ったらいいいでしょうか。今度、民主党になると、それをとるのかという社会と科学技術との間に関係があるかどうかということをお伺いしたい。

アスプレイ まず、共和党政権というのは、非常に強力なあるイデオロギーに支配されていました。特にレーガン政権ですけれども、自由市場の妨げになるようなものは一切、設けてはいけない、これは絶対、悪であると。従って、国家としての技術的な政策といったものもとらなかったわけです。これは、技術的政策が効果がないとか、そういったこと云々よりも、要するに、そのものがあってはいけないということから、そういった政策を国としてとらなかったわけです。しかし、現在のクリントン政権は共和党政権に比べたら自由市場絶対主義でもありません。ですから、何らかの形でアメリカとしての技術政策が打ち出されるのではないかと、私としては考えております。

これはまた非常に個人的な予測でありまして、ほんとうにならないかもしれませんが、そういった政策をとりました結果、例えば日本に、対日の観点から何らかの日本にとって不利になるような、悪い影響があるかどうかということですが、これも、アメリカ国内の政治がうまくいくかどうかにかかっていると云えます。例えば雇用の問題、医療、それから教育、貧困の問題と、さまざまな国内問題を抱えておりますから、こういったことがうまくいくかどうか。うまくいかないようなときには、外国の問題点をいろいろ挙げつらって攻撃するというのは、そのために非常に厳しい法律を用いてまでですけども、

そういうやり方は、実は現実的には非常に効果の上がる戦略でもあるわけですから。ですから、国内問題の成り行き如何で、政策の内容がどういったものになるのか、変わってくるのではないかと考えています。

伊与田（三菱電機） 日本のメーカーは良い製品を作るだけではなく、人材育成のための良い教育プログラムを作ることも目的としている訳ですが、アメリカでも過去には良い教育プログラムがありました。現状は如何か教えて頂きたいと思います。
アスプレイ 教育の現状ということでしたけれども、その答えとしては、今、アメリカの現状をみますと、2極に激しく分かれている状態だと思います。いわゆる高等教育——短大、大学、大学院、こういったほうの教育に関しては、私は、今日でもアメリカは世界に冠たる制度を持っているというふうに信じております。しかしながら、残念なことに公立教育の制度になりますと、これは非常にお粗末で、今、ひどい状態になっております。特に大きな都市でそれがひどいし、また、過疎の地方でそれがひどいということになっています。

都市生活者は、特に教育をめぐって非常に大きな社会問題を抱えておりまして、その規模も、程度も、非常に大きなものでありますので、それに対処する効果的な教育プログラムはどこから手をつけていいか、ちょっと考えられないような状態にすらあります。ですから、確かに全米で、これは非常に大きな問題となっております。しかしながら、部分的に、例えばノースカロライナ、サウスカロライナとか、アイオワ、ミネソタ、こういった州では、まだ非常に健全な、強力な、指導力のある教育関係者も存在しておりまして、彼らの職業倫理観も非常に高いものがありまして、それを効果的に使って、よい成果を上げているというような地域もあります。

アーメド（清水建設） いわゆる技術的な競争力に関して決定的な要素は何であるか、アスプレイさんの御意見を聞きたい。どのように企業のほうでそれをうまく導いていくことができるか。

アスプレイ 一言で言って、それに対してのはっきりしたお答えは、私もよくわかりません。あまりにも幅の広いご質問なので、ちょっと答えられ

ないということもありますけれども、1つだけ、ちょっとコメントさせていただきます。これがポイントに合ったお答えかどうかわかりませんけれども。

私自身も、いろいろなビジネスに関して書かれたものを読んでまいりました。例えば、効果的な経営法とかそういったたぐいのものでありますけれども、どれを読んでも、あまりにも抽象的過ぎて、納得が行くものではありませんでした。いろんな理論を考えてみますと、後知恵で振り返って見たときに、確かに、こういったものを適用できるとか、この理論を使えばいいということはあるかもしれませんが、今現在、自分がビジネス・マネージャーとして何をしたらいいかということになると、なかなかうまくいかないのが実際問題ではないでしょうか。現場でビジネス・マネージャーというような立場にある人は、いろいろ多くの要素、パラメータを考えて、いろんな決断をしていかなければいけないので、なかなか難しいことではないかと思います。

もうちょっとつけ加えさせてください。私が今やっている研究の目的の1つとして、歴史を振り返って、歴史を分析することによって、何かそこから、例えば具体的な政策に結びついて適用できるような、そういった可能性があるかどうかということですが、今の段階、実はこれは始めたばかりですので、よくわからないということもありますし、その可能性について、私自身、今のところでは少し懐疑的な思いを抱いております。

技術的な競争力ということですが、私のところには、今、幸いにも、財政的には資金的サポートが十分にあるので、世界的に有名な歴史学者とか技術の専門家といった人たち、エンジニアたちのいろいろな人々に調査してもらったり、あるいは、その意味を聞いたりとかできます。前回の会議でもそういったことをいたしました。しかしながら、そういった自分の分野で力もあるような人々は、ほかにもいろいろすることがあって、いろいろなところからいろいろな要請を受けて研究などを行っていますので、私の望むテクノロジカル・コンペティティブネス（技術的な競争力）の問題だけに時間を割いてもらえないわけです。

ですから、会議におけるいろんなスピーチ、発表を聞きましても、どうしても自分の専門のみをととうと述べて、最後にちょっとひねって、「だから、競争力だ」というふうにこじつけるようなもの、なきにしもあらずでした。

この会議の結果は、もうすぐまとまりますが、私としては、多分、20ぐらいのいろいろなペーパーが発表されまして、その中から30ほどの最終的なレッスン、教訓とかそういうものが導き出せるのではないかというふうに予測しております。しかし、それが、いわゆるナショナル・ポリシー（国家の政策）策定のときにそのまま適用できるかどうか、必ずしもそうなるかどうかはわかりません。

1つだけ、ここでちょっとつけ加えておきますけれども、マーガレット・グラムさん、これはRCAビデオディスクとかをアルコアのためにいろいろ研究をしたんですけれども、その研究結果、内容が非常に素晴らしいというので、ゼロックスの副社長として迎えられたという人がいます。

柴田（横浜国大） 高等教育との関連について伺います。

私は、ちょうど1949年に東京大学に入りまして、日本の教育制度は、それまでは、高等専門学校と大学の2本立てでありました。その後、新制度になりましてから1本になりました。アメリカは、いつからか知りませんが、とにかく1本の教育だと思います。一方、ドイツは、なるべく2本の教育を保とうと、現在でも努力しているように思います。

今、日本では、ちょうど私ぐらいが1本と2本の教育の境目にいるわけです。日本の最近までの急激な競争力は、2本の世代の方の指導がよかったからそうなったんだという話と、実際にやった1本の教育を受けたグループがいいから、1本の教育のほうがいいんだと、そういう両方の意見がありまして、今後の大学の制度が曲がり角に来ていると思います。これについて何かご意見ございますか。

アスプレイ 米国の場合は、多くのほかの世界の諸国と制度が全く違います。19世紀ごろを見てみますと、いわゆる2本のツー・トラックと表現す

るような制度もありました。いわゆる技術とか機械のような専門的教育機関。ですから、そのころのMITというのは技術中心の教育施設だったわけです。あと、ユニバーシティと呼ばれる大学があって、その中間に、州立のカレッジで農業などを行うといったような教育機関とか、何本かに分かれていたわけです。しかしながら、研究中心のユニバーシティと呼ばれる大学、これがだんだん権威があるんだというふうになってきてまして、そこで、技術とか農業が中心だった教育機関も、何とかユニバーシティになるようにその体裁を整えようということで、技術とかそういった教育を行うためには、組織として力が足りないし、そういったやり方ではとてもお粗末なんですけれども、2年制の教育施設をつくるとかいう風潮が生まれまして、多くの2年制のものが生まれました。残念ながら、これは、ヨーロッパとかアメリカのそういった同じようなものと比べても、内容が非常に弱いわけです。ですから、この状態に関しては、多くの人が非常に残念だと嘆くことも多いようです。

司会 まだ、質問があるかと思いますが、もう8時を過ぎましたし、先生もお疲れだと思いますので、この辺で一応、終わりにしたいと思います。（拍手）

Technological Competitiveness Historically Observed

a lecture presented by William Aspray,
Director, IEEE-Rutgers Center for the History of Electrical Engineering,
to the Engineering Academy of Japan
17 February 1993

It is a great honor to be invited to lecture before this august body. The dramatic accomplishments of the Japanese people over the past fifty years are, of course, well known world over. It is my belief that the hard work, careful planning, and ingenuity of your engineering community have been invaluable to these accomplishments. Thus it is my great pleasure to have this opportunity to speak to some of the engineers and managers who have driven these dramatic changes.

I have been invited tonight to give a historian's perspective on technological competitiveness. It is with some trepidation that I do so because I have only recently begun to study this important topic. My findings are highly preliminary, they are based mostly upon the research of other scholars rather than on my own work, and they give too much emphasis to the American experience with which I am most familiar. But I hope that you will find something of value in them.

The main part of my lecture will consist of a brief history of high technology in America and some lessons from history about contemporary engineering and social issues. But first let me speak more generally and give five reasons why I believe that history has value to engineering.

Perhaps most obvious is that history is an excellent way to help engineers and others celebrate the monumental technological prog-

ress that modern societies have made over the past century.

Secondly, we have a very serious problem in America of teaching science and engineering to our young people and getting them to consider careers in these fields. I believe that history can be used effectively to enrich their education and provide role models, so that they might find engineering as desirable a career as, say, becoming a lawyer, a baseball player, or a rock star.

Thirdly, because our citizens have not usually had strong science and engineering educations, they do not really know what engineers do or how they contribute to society. They are likely to confuse engineering with science, and often the only time they think of engineers is when there is a disaster or social problem, such as pollution or privacy -- for which they blame engineering. We are trying to use of historical examples to give the general public a balanced education in both the contributions and the responsibilities of engineering in the modern world.

Fourthly, our public officials are faced with many complicated decisions involving engineering issues that are crucial to the welfare of the nation and its people. Many of these officials are not prepared to make legislative decisions involving engineering issues, and we are trying to improve their ability by drawing policy lessons for them from historical

examples.

Finally, engineers today are faced with a bewildering growth in the amount of knowledge produced, so they are forced to specialize in increasingly narrow technical specialties. We are using history to broaden their knowledge of the technical aspects of engineering, and to explain how they are related and how they came to be the way they are. We are also using history to educate engineers about the business, economic, and social dimensions of engineering to complement their technical skills.

It is these last two reasons for the historical study of engineering to educate public officials and broaden the education of engineers, that I have undertaken the historical study of technological competitiveness. I took my first step in 1991, by convening an international conference of leading historians and electrical engineers to investigate historical and contemporary issues of technological competitiveness. Many of the examples given later in this lecture are drawn from that conference. With my history graduate students at Rutgers University, I have made a comparative study of the Industrial Revolution and twentieth-century high technology in the West. I am here in Japan this week conducting research for a comparative study in Germany, Japan, and the United States of how an engineering background affects the managerial practice of leaders of technological companies. I have recently begun to examine the archives of the AT&T Corporation in order to learn about the management of America's most successful research laboratories, Bell Labs. And I am seeking further opportunities to study the history of high technology in Japan as well as in America and Europe.

Let me now turn to a brief history of high technology in America. The story of high

technology begins with the rise of big business in the second half of the nineteenth century. Historian Alfred Chandler and his students have shown that many of these big businesses were based upon the manufacture of technological products (such as agricultural machinery, railroads, steel, chemicals, electrical devices, and later automobiles). In these companies, for the first time, management was separated from ownership, and the new professional managerial classes sought to rationalize the business and manufacturing process and develop new tools, ranging from filing systems, to improved communications using telephones and telegraphs, to systems of mass production.

At the time, many of these businesses were based upon the creative talents of lone inventors, often farm hands with practical experience but little formal education. Companies would buy the rights to these inventions and would sometimes retain the inventors on their payrolls. It was dangerous, however, for companies of such size to base their futures on the continued availability of private inventions. They needed a way in which to manage inventiveness.

Moreover, while some of the early technological products, such as reapers, sewing machines, bicycles, and cash registers, could be invented without formal training, the next generation of products required developers to have some scientific training. This was true in particular of fine chemicals, alternating current machines, and even high-precision mechanical devices such as cash registers. Thus, around the turn of the century, companies began tentatively to include a research operation within the company. Government regulation in the Progressive Era, beginning with the Sherman Antitrust Act of 1890, limited the actions a company could take to drive out competition and form a monopoly in its

market. This legislation preserved competition and created a good reason for companies to establish research laboratories in order to make their products better than those of their competitors.

As historian Leonard Reich has discussed, among the first were the laboratories at General Electric and AT&T. These laboratories were initially devoted to testing and development. Only after the First World War did most of these laboratories begin basic research activities. In the interwar years, the growth of research laboratories and advances in high technology were slowed by the Great Depression, lasting throughout most of the 1930s. Nevertheless, the value of science-based research and advanced engineering to big business was showcased by the successful laboratories at AT&T, DuPont, General Electric, and General Motors. There was also a tremendous growth, beginning in the 1920s, of small research laboratories and small companies, building in particular on the invention of the radio.

Mainly as a result of the growth of the radio and telephone businesses, by the end of the 1930s a great body of knowledge, developed mainly in industry but also in academia, existed concerning electronics. This knowledge was put to extremely effective use by the Allied forces during the Second World War. After the war, there was a tremendous growth in high-tech industries, both small and large. Partly it involved commercializing the many technologies developed during the war, partly the continued growth of military technology for the Cold War. The scale of development just after the war was much greater in America than in other places, for many reasons: the nation came out of the war with its infrastructure and economy intact, quite unlike those in Europe and Japan; there was a great rise in

the level of confidence in American ability and know-how; markets were large; factory capacity was greatly expanded from the war effort; the government generously supported higher education through the GI Bill; the higher educational system was excellent; technologies and engineers were captured, especially from Europe; and venture capital was widely available. Thousands of engineers were trained, large companies rapidly expanded their engineering staffs, and many small high-tech start-up companies were formed. Television, computers, atomic energy, large turbines, aircraft, and many other industries grew rapidly.

In the post-war era, at the same time as the rise of high-technology, there was a tremendous growth in the number of business schools. This was an indication of the increasing interest in making more efficient the business operations of technological business. General Motors presents a good example of how this affected the high-technology company. In the interwar years, Alfred Sloan, at the helm of General Motors, had built up a premiere research laboratory under the direction of Charles Kettering. However, also during this time, he had tightened the financial operations of the company and had introduced the concept of model years, so that automobiles were being sold by marketing gimmicks that had to do more with style than substance. These financial and accounting efficiencies were honed to a high degree of perfection, especially after the war by General Motor's brilliant manager, Robert McNamara. McNamara was so successful that General Motors and many other technological companies began to pay more attention to sales and finance and progressively less attention to product enhancement and innovation. This trend was reinforced by improved information technologies and communications that enabled investors and market

consultants to track investments more closely and emphasize short-term return on investment-- a trend which, of course, went against extensive investment in research and development.

Although the Republican Party is the one generally associated with pro-business positions in the United States, Republican administrations were less supportive of high-technology in the post-war period than Democratic administrations. In their drive for free marketplaces, Republican administrations attacked actual or perceived monopolistic companies, such as AT&T and IBM, thus hurting their ability to invest in R&D; they presented obstacles to other companies, such as General Electric and Westinghouse, when they tried to share information with one another or enter into joint ventures; they refused to develop a national technology policy; and they did not effectively share government research results with industry, develop effective trade policies, or help coordinate or seed research in high-tech industries.

It is true that technological competitiveness changed from a firm-oriented to a national issue in the 1980s, during the Republican presidencies of Ronald Reagan and George Bush. However, the possible benefits of this change were undermined by the Republican free-market ideology, which restricted these presidents primarily to lowering taxes and repealing regulations that affected business operation, rather than promoting new kinds of technological development. There were occasionally efforts to improve national competitiveness through investment, e.g. in national supercomputer facilities, but they were so few and far between that they were not effective. The greatest government support for R&D continued to be, as it had been throughout most of the twentieth century, the large

amounts of money poured into military technology and occasional Big Science projects such as the space telescope or the superconducting supercollider. However, there was little or no effort to transfer this technology to commercial uses; while valuable industry actions, such as Sematech and the Microcomputer Consortium, or the attempt to build a "Commercial DARPA" received indifferent or hostile reaction from the Republican administrations.

For the sake of brevity, this history of high technology has left out many important topics, such as industry-academic relations, regional technology centers such as Silicon Valley and Route 128, and venture capital markets. I must now turn to my final topic, drawing some lessons from history that have relevance to contemporary engineering and social issues. I cull all of my examples from the technological competitiveness conference I mentioned earlier. Rather than giving the details of the historical case studies, I will concentrate on the lessons that can be drawn from them. The historical cases will be available for reading in April, when the proceedings of the conference are published.

There is a saying in England that there is no need to bring coal to Newcastle, one of the great coal-producing regions. I feel somewhat that way in my first set of observations, which concern Japan. These lessons are drawn mainly from three papers: one on molecular beam epitaxy research by the Swedish scholar Lennart Stenberg, one on Japanese electronics components industry by Yuzo Takahashi of Tokyo University of Agriculture and Technology, and a third one by James Gover, an American engineer who holds a Congressional Fellowship from the IEEE, comparing the Japanese and U. S. electronics industries.

What do these studies of Japanese elec-

tronics show ?

1. Although many Americans believe that Japanese government agencies, in particular MITI, have an uncanny omniscience in selecting which technologies and companies to support; the government's success is largely attributable to the knowledge transferred from industry to government through close working relationships between business leaders and government officials. These kinds of relationships are, however frowned upon in America.

2. Japan gains substantially from continuing close working relationships between university professors and their students who work in industry. These kinds of relationships also exist in the United States, but they are generally not as strong nor as common as they are in Japan.

3. Japanese manufacturers have devoted substantial attention to components, materials, packaging, and manufacturing, which have been critical in their ability to provide world standards in quality and reliability. By contrast, manufacturers in the United States have devoted greater attention to the production of finished systems and devices.

4. Another great advantage of the Japanese system over the American one has been the orientation towards consumer rather than military markets. The American practice of commercial spinoffs from military technologies is inherently inefficient.

5. Japanese companies have done a significantly better job than American companies at improving quality, reliability, and cost through the mechanization of manufacturing.

Let me next turn to some historical lessons specifically about America:

6. A study by American historian Stuart Leslie has shown that Silicon Valley was shaped largely by Cold War defense policy, and that those many American regional planners

who try to duplicate Silicon Valley may be choosing an unwise strategy because commercial markets are on the ascendancy and military markets on the decline.

7. American legislators are frequently required to make decisions about Big Science projects, such as the space telescope or the superconducting supercollider, but few of these legislators are knowledgeable about scientific and engineering issues. These are important pieces of legislation because they are the way in which the federal government provides its most generous support to advanced science and engineering. Often the proponents of Big Science projects argue that scientific advances will lead directly to technical advances. British-born historian Robert Smith has pointed out that historians of technology have overwhelmingly shown that this is not necessarily the case, and hence that this argument in favor of Big Science projects is flawed.

Some of the lessons we have learned from historians apply generally, rather to any specific country :

8. In order to protect its computer industry, the British government rationalized the industry through forced mergers and other means so that the remaining companies could compete more effectively against foreign competitors. British historian Martin Campbell-Kelly has shown that this strategy failed completely for the British government and suggests that it is hard to implement in other situations.

9. The Scottish sociologist Donald Mackenzie and the Dutch historian Boelie Elzen have shown that social factors can affect competitiveness in unforeseen ways. They have made a study of the relations between the users and manufacturers of supercomputers in America, which suggests that strong social ties between users and manufacturers can create barriers to entry for new companies and retard

technical improvements in the products offered for sale.

10. American historian Susan Douglas, in studies of ham radio operators, hi-fi enthusiasts, and computer hackers, has shown that industry and government are not the only players in competitive fields; that individuals and private groups can contend with establishment organizations over the uses of technologies and directions of technological development.

11. In a study of the electric trolley in competition with steam-powered and horse-drawn carriages, my colleague Eric Schatzberg has shown that where cost and technical performance do not clearly determine a victor among competing technologies, other factors such as industry structure or perceptions about the progressiveness of the technology may prove decisive.

12. The German historian Ulrich Wengenroth has shown that versatility is also an important factor in the success of a technology. He has shown that when electric motors were first introduced into factory settings, they were more expensive than steam driven equipment and were less reliable, but they were adopted because of their versatility, both in the many kinds of jobs they could perform and in the flexibility they provided textile and other mill owners in the way in which they arranged their production facilities.

13. In a study of the early success of General Electric, American historian Bernard Carlson has shown the importance of the company's ability to compete successfully for capital, the value of the company's organizational structure, and the importance of strong leadership. These lessons no doubt apply more widely.

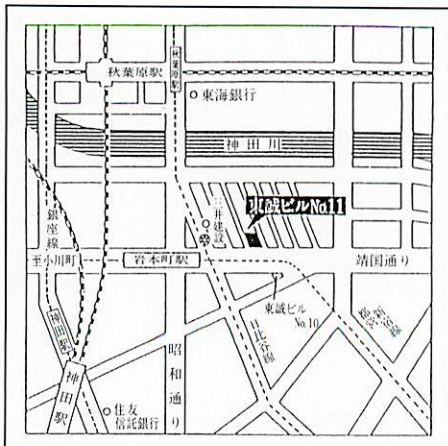
14. In separate studies, French historians Alain Beltran and Pascal Griset and American

historians Gabrielle Hecht and Kenneth Lipartito have shown that competitiveness can come into play even in monopolistic and publicly regulated industries, such as power or telephone service. However, in these cases it is usually defined in terms of competition over customers (e.g. between coal and nuclear energy providers) or the aims of the technology (e.g. to serve business or individual users). These studies also show that government regulation can effectively introduce competition into monopolistic industries.

15. Competition can cause serious problems, however, especially for developing nations. Pascal Griset's study shows that even in as developed a nation as France, there can be a fundamental tension in preparing the nation to compete between having the best technological infrastructure and supporting the country's indigenous suppliers of that infrastructure.

Time is short, so let me close simply by restating the observation of one of the first Western observers of technological competitiveness, Arnold Toynbee, who wrote in 1884:

"Competition, we have now learnt, is neither good nor evil in itself; it is a force which has to be studied and controlled; it may be compared to a stream whose strength and direction have to be observed, that embankments may be thrown up within which it may do its work harmlessly and beneficially." (*Lectures on the Industrial Revolution*)



1993年 8 月20日

編集 日本工学アカデミー
発行

〒101 東京都千代田区岩本町 3-8-16
東誠ビル 8 階

TEL: (03) 5820-6771 ~ 2

FAX: (03) 5820-6773