

大規模システム環境における創造性と技術革新—個人的評価—

エイモス・エドワード・ジョエルJr.

はじめに

名誉ある京都賞の栄を受けますことは、自己を省みるまたとない機会であります。私がこの賞に値するどれだけの貢献を人類の向上に果たしたのかと問われることでしょうか。どうしてこのような名誉を受けることができるのでしょうか。何かの間違いではないのでしょうか。

私はこのことについてよく考えてみました。私は若い頃から、ある技術について詳しく研究するために人生を過ごしてまいりました。その技術は、一般の人にはほとんど知られていないか、興味をもたれていないのですが、日常とてもよく利用されるものなのです。工業化の進んだ国々で、電気通信技術は無くてはならないものですが、特徴的なことは、スイッチング（交換技術）に深く依存しているながら、そのことについては気づいていないということです。

私の専門はスイッチングです。10歳の頃からそうでした。スイッチングがあるからこそ電気通信が広く使われているのです。つまりお互いを選択的に呼び出せるのです。もっとわかりやすく言いますと、お互いに“ダイヤル”できるのです。電話をかけたり、ファクシミリやテレックス、コンピューターを利用したり、または他の電気通信手段を用いる場合にスイッチングが使われています。これからはテレビ電話通信またはビデオ通信とでも言いましょうか、そういう通信に欠かせないものになるでしょう。選択のあるところには必ずスイッチングがついてまわるというわけです。皆様のテレビのリモコンにもスイッチングがかかわっています。

その他の働きとしては、プライバシーのための「回線争奪」と、選択とを果たす通路を確実に設ける「接続」の実行です。一つの接続への侵入が起きないように保証するのはスイッチングにおいて最も難度の高い設計要素です。優れた知性の持ち主たちが、初期の頃からこの問題にかかわってきました。実際、気鋭の営業マンが初期の交換機を売ろうとしても、コンテンションの機能を備えていないものでは成功はおぼつかなかったでしょう。

スイッチングは多くの要素が協調して働くことで成り立っています。そのた

めに「交換システム」という用語が生まれました。

交換システムの性質

「システム」には様々な定義があります。その中でも一番適切なのは、「生物学において類似の要素で構成され、一つの共通機能を果たすために結びつけられた諸組織の集合体」という定義です。これはまさに集積回路のチップで大部分が構成されている現在の電子交換システムにうってつけの定義です。

ある種のシステムは、例えば人体構造がそうであるように、非常に長い時間をかけて進化します。私がきょう話そうと思っておりますシステムはそれらとは異なり、人工の技術で成り立っています。つまりそれはせいぜい一世代か二世代のうちに進化したものです。その結果私は自分の生涯のうちで大きな変化、進化論的な変化を目の当たりにする幸運に恵まれたわけです。

技術の時代

他の工業分野では、人間の労働が機械にとって代われ、機械が情報処理にとって代わられるという大変化が起りましたが、交換システムの基本要素における巨大な変化は、そのようなものとは似ても似つかないものです。これらの変化は技術の進歩により成し遂げられました。

スイッチングの技術は大きく三つの時代に分かれますが、これらの間には類似性があります。私はこの三時代すべてにわたって生きるという恩恵に浴し、一つのものから他のものへ進化する様子を観察しました。手動交換、電気機械式交換、電子交換がこれら三つの時代です。

手動交換においては人間という基本要素が、接続を行うための知性と動力を提供しました。スイッチングの進歩における最大の一步は、おそらく交換手が不必要になったことでしょう。

手動交換は電気機械式という基本要素に置き換えられました。電話をかける側にはダイヤルが与えられ、ダイヤルにより必要な情報をスイッチに送ると、交換機が求められる接続を行うようになったのです。この新しい方式は当時「自動電話機」と呼ばれました。私が生まれた頃は、この技術が発展し、世に広がりつつあるときでした。私がスイッチングの研究を始めたときは、ちょうどその技術の揺籃期に当たりました。手動交換の呼び出しのほとんどが自動システムに置き換わるには50年以上かかりました。

過去40年にわたり、私が研究を続けてきたのは、電気機械装置を電子的な要素で置き換える技術でした。世界中のほとんどの地域で、電気機械式交換から電子交換に移り変わっていますが、一部地域では移行が完了するまでに、21世紀まではたっぷりかかるでしょう。

歴史的な知識が極めて大切である

真にひたむきな技術者は、関心ある分野、職業、専門研究での歴史に通じていなくてはなりません。私はスイッチングの歴史を研究し、哲学的な思索をすることに楽しみを見いだしたばかりでなく、私自身はその歴史の一部であると感じることも楽しみを味わいました。工学の分野においてはこのことが特に重要です。人は過去に何があったのかを知るべきです。そうして人は過去のよい経験も悪い経験も活かすことができるのです。新しい技術には「車輪を一から考え直す。つまり前に発明されたことがあるものを（それと知らずに）再発明する」ことが有益なのです。

私は、将来、交換を研究するであろう学生に、歴史的な記録に精通している点が重要であるということを遺産として残したいと思います。私は文章を書き、アメリカ合衆国でのスイッチングの歴史について述べるシリーズ本の出版に精力を捧げてきました。私は今、共同で一冊の本を執筆しています。それは世界の電子交換の歴史についての本で、来年出版される予定です。

交換システムについての情報を集め始めてまもなく、私はこの分野で刊行されている特許を調べてみるように助言を受けました。これは私が13歳のときでした。高校を卒業するまでには、自動システムについての米国特許の数千にも及ぶ文献に目を通し、自分自身で使うため分類しました。

この方法では、自動交換システムについて多くの知識を得ましたが、私もまったく知らず、また特許を研究しただけではわからないことがたくさんありました。特許で説明されていたシステムは、果たして組み立てられ、実際に作動したのか、そのコストはいくらかかったのか、またどういうふうにシステムの敷設工事がなされたのか等が疑問でした。つまり、どんなふうにして、種々の場所に応用されたのかということです。

そうして私は、自分が望み、また必要としていたことが、大学で工学、それも電気工学を勉強することだとわかったのです。交換の技術と、工学を勉強する最良の場所は合衆国のどこにあったのでしょうか。当時、アメリカにはこれら

の問題を研究できることはありませんでした（今日といえども、電気通信技術のこの方面の教育は明らかに不足しています）。

1936年当時、工学教育を求めてアメリカ以外の国に目を向けようとする人はいませんでした。それには費用、交通手段、カリキュラム等いくつかの理由がありました。私たちは、外国の工学教育についてほとんど知りませんでした。後になって私は、スイッチングの原理が、当時、特定の国で応用され、外国で教えられているということを知ったのです。しかし、私を含めて何人かの著者がこの問題について幅広く本を著わしているにもかかわらず、今日に至るまでアメリカの大学に働きかけ、教科課程を設けるようにすることは不可能でした。

私は今でもそうであると思いますが、マサチューセッツ工科大学（MIT）は、アメリカで最良の工科大学であるという名声を得ていました。同大学はスイッチングについてのコースは設けていませんでしたが、通信理論についての素晴らしい講座がありました。幸運なことに、私の高校の成績は十分MITに入学できるものでした。

さらに重要なことには、MITの多くの研究室に浸透しているように見える創造的精神が、私のスイッチングへの傾斜を促進しました。さらに自分自身で選んだ題材について論文を書ける自由があり、またその題材でセミナーを準備できる自由がありました。当然、私の論文やセミナーはスイッチングに関係したものとなりました。

MITに入学する競争は非常に厳しいものでした。しかしもっとたいへんだったことは、授業料がとて高く、国内は不況のどん底にあったことです。私の教育費を補填するため、私は自然と私の専門分野の仕事を始めました。私は、寄宿寮の事務所へ働きに行きました。そこでの仕事は、主として混雑する電話の交換盤を操作することでした。ここで、電話交換に関する諸事情を実際的な角度から学びました。交換盤を操作することで得たお金が諸経費に回り、その出費には特許文献をもっと買うことも含まれていました。

アメリカではAT&Tが独占していましたが、それが大きく関係して、交換についてアメリカ国内で学ぼうとすることは容易ではなかったのです。AT&Tはアメリカのたいていの電話ネットワークを運営していたばかりでなく、機器をも製造しており、その子会社である電話経営会社に多くの機材を販売していました。AT&Tは従業員の養成を仕事と並行して行っていました。

スイッチングに関する正規の教育が欠如している大きな理由は、おそらく交

換技術を記述する正規の方法が欠如しているということにあります。この正規の方法の探究が私の生涯を通じての重要な仕事となりました。これについては後でもう少し触れます。

私がベル研究所に就職するまで、スイッチングのトレーニングというものは、世界最大の通信研究開発機関であるベル電話研究所でさえ、記述的に行われていました。つまり、特定のシステムとそれがどのように作動するかを学ぶことに興味を持つ者にテキストと講義が用意されているだけでした。

様々なシステムについての大量の情報起源から知識を抽出し、分類しようという試みはそれまで行われていませんでしたし、それからシステム原理の精髓を引き出そうという試みもなされていませんでした。私の生涯を通してこの状況を変えようと努力しましたが、あまり成功しませんでした。ある事柄に関する知識が蓄積されるにつれて、その知識を消化し、未来の世代にもっとたやすく受け入れられるようにする必要があります。これは過去50年間、交換技術についてもしかには当てはまることです。

スイッチング以外に何ができるのか

在学年数も終わりに近づいてきたので、私はスイッチングの分野で職を探しましたが、それは思っていたよりもたいへんなことでした。知識があるだけでは十分ではなかったのです。ベル研究所に型通りの求職の申し込みをしましたが却下されました。ベル研究所は求人を行っていませんでした。そこで私は独立電話会社に対して交換機を設計し、製作していた他の二流の会社や鉄道信号会社に採用の申し込みをしました。

幸運にも、同級生の父親がベル研究所の取締役でした。私のことがその人の耳に入り、私のスイッチングについての深い関心と知識も伝わり、私は面接に招かれ、ついに仕事の申し出を受けました。私はこれを承諾し、このように幸せで実り多い43年にわたるベル研究所での職歴が始まったのです。

技術は日進月歩で変化します。50年にもわたる職業生活の間には最新の知識を吸収し、また定期的に再訓練を受けることが必要です。こういった継続的な教育のためには、質のよい基礎的な工学教育を土台に持つことが不可欠です。

1940年、ベル研究所に採用されて以来、私は交換システム設計能力を発揮する機会のある職場に任命してもらおうよう要望し続けてきました。しかしながら、

新人の技術者をそのような責任のある仕事につけることは当時の会社の方針にそぐいませんでした（なんと時代は変わったことでしょう）。それゆえに私は交換システム設計の職にはつけられませんでした。今から回想してみるとこれは逆境ではなくて順境でした。

1941年に私は秘密通信システムの設計に従事しているグループに加わるよう要請されました。このシステムに隠されていたのは、暗号キージェネレーターで、それは交換システムの制御部分に利用されているのとよく似た複雑な論理回路を応用する必要のあるものでした。私は暗号解読家になりました。この仕事についていた間にいくつか特許をとりましたが、それは私の創造性が別の分野で発揮されたものでした。

この仕事がある程度完了して、私の同僚達の多くは交換システムの設計に戻りました。私もそのグループに加わるよう誘われ、新しい電気機械式交換システムの非常に重要な部分を設計し始めました。そのシステムは第5番クロスバーシステムとして知られています。いろいろな事情があつてこの仕事は中断してしまいました。このときの仕事は、常々最もやりたいと思っていたことに近かったのですが、それは私の前から離れていったのです。

そのかわり、私は電気計算機を設計する仕事につけられました。この仕事には回路設計における創造性を十分に活用しなければならなかったのですが、当時はそれが私の目標に向いているようには思えませんでした。後になって計算機についてのこの経験が極めて有益なものであるとわかりましたし、実際それは私の職業を前進させるのになくしてはならないものでした。

暗号とコンピューターの仕事をすることで、より専門的な人々と知り合える機会を持つことができました。創造性がいつも理論や発明品という形で発揮されるとはかぎりません。先ほども言いましたように、大学時代から私はスイッチングの原理について教育を受ける機会のないことに落胆していました。

このスイッチングの教育の非効率性についてしばらく思案した後、スイッチングの正規課程を設けて、新しい従業員は必修とし、この分野の古参従業員にも機会を提供するように、ということをベル研究所経営陣に提案しました。私は授業の内容をまとめました。その授業では、記述的な見地からよりも哲学的な見地から問題に取り組むようにしました。

私の提案が出されたのはちょうど、ベル研究所が多数の技術系新入社員に将来の電気通信の発達にとって非常に重要になると認識された、交換の分野に親

しませるための方法を探しているときでした。私の提案は採用され、他の技術者たちと一緒に私は授業内容を開発し、教科書を書き、第一学年を教えるよう命じられました。

スイッチングを教えるこの試みはたいへん成功しましたので、後には他の電気通信技術分野にまで広がりました。授業を行うのは私の考えでしたけれども、私自身はその成功から直接利益を受けることはありませんでした。ここで私は職歴における岐路にさしかかりました。そこにとどまって私の始めたものを繰り返し、磨いていくべきか、それとも新しい土俵へと進むべきか、それが問題でした。

私は後者を選びました。そして電話料金計算に使用される特定用途計算機的设计に戻りました。私は交換システムを設定するという私の望みに近づいておりました。ここで私は交換システムに使われるのと同じ種類、品質の複合回路を設計しておりました。このことから私はある新しい技術を学びました。しかしもっと重要なことは、最も複雑な論理回路を設計するという手ごたえのある仕事を果たしたことでした。その結果、非常に大きな機械ができあがりました。それについての特許は、その当時、アメリカ国内で公開されたもののうち、図面と仕様書のページ数においても特許申請項目の数においても最大でした。

発明家対専門家

ベルが最初に電話機を発明したとき以来、その前の電信の場合もそうでしたが、一人か、または他の一、二のパートナーがついている発明家が電気通信の分野での主人公でした。製品として一般に認められるようになったこれらの発明品は、結局は会社に引き継がれ、会社が製品の改良を重ねて販売を広げました。しかし、新しいアイデアのほとんどは発明家によって生み出されたのです。発明家は王様でした。会社の生み出す設計は、たいてい昔の発明家たちと同じタイプの人々の手による物でありました。これらのスイッチングの設計者たちの中で、大学卒業者はほとんどいませんでした。

おもしろいことに、この状況は電話送信に従事していた技術者には当てはまりませんでした。そこにはより科学的な態度で取り組む姿勢がありました。つまり、送信の発達のほとんどは、より学問的な技術の上に築かれたのです。それは「測定可能性」にあります。数学的理論の背景があったため、電話の事業化のごく初期から電話接続の質と量は測定できるものになりました。

より科学的な取り組み方や専門家主義に基づいている電話送信の分野と、それらが欠如しているスイッチング分野との差が私の注意を強く引きました。送信は工学の中でもまったく専門的なものと見られており、一方スイッチングは熟練職人や発明家による技能であると見られていました。

スイッチングと緊密に結びつき、理論だった方法をもたらした分野は「テレトラフィック（通話量）」として知られています。テレトラフィックでは、スイッチされた接続の同時需要に対して望ましい質のサービスを供給するために必要な交換機と交換設備の量を取り扱います。

コンピューター技術もある程度まではやはりスイッチングの正規化に影響を与えました。一般に交換システムの制御にはコンピューター技術の特別な分野が応用されています。どちらが先だったかということが問題になりますが、コンピューター技術者に尋ねますと、これらの技術を研究し、定式化したのは彼らが初めてだと答えるでしょう。明敏な交換の専門家に尋ねれば、最初にこれらの技術の原理に出会い、それを実用化したのは自分たちだと答えるでしょう。一つの問題は、今日でさえこれらの分野の間ではほとんど相互啓発がないということです。もしこれらの分野が協力して、同じ技術用語を話すようになるともっと進歩が生まれると信じます。

大まかに言って、スイッチングはまだ測定可能性を欠いています。しかし、今では専門と呼べるまでになっています。この分野に入ってくる人々の多くは大学教育を受けています。大学院教育を受けた者も多いのです。専門家の学会が主催する会合であるとか、コンピューター技術の成長などを通して私は、スイッチングがだんだん好意的な目で見られるようになったと信じています。

働き始めた頃、若く、そして理想主義者だった私は、スイッチングがすぐに送信の分野と同じくらいに成長し、あるいはもっと正式な地位にのぼるだろうと思っていました。残念ながらまだそうはなっておりません。しかし、かなりの進歩はありました。

一つの問題は、我々が発明家と専門家を最適に混合した形になっていなかったということです。私は専門家たちが創造的でないと言おうとしているのではありません。専門家たちの科学的なアプローチは、常道から飛躍する古い時代の発明家たちのアプローチ方法より、より漸進的であると言いたいのです。

創造性と最新技術の先端をいくこと

若い頃、私の好奇心はたいへんに強く、スイッチングの問題について手に入る限りの文献を読みあさりました。そしてこれらの情報源をすぐに読み終えてしまったので、私はこの問題についての特許文献を読むことにしました。これによって私は発明というまったく新しい世界に開眼しました。その世界は私を刺激しました。そのとき、私はそれまでに十分慣れ親しんだ既知の最新技術からさらに先へ進み、創造活動を行う衝動を初めて知ったのです。

それ以来私は創造意欲にかられてきました。私は技術的な問題についてほとんどさじを投げませんでした。もし問題が解けないときはそれを脳裏にしまい込みました。その問題は、いつか特別な出来事か、ひらめきと呼ばれたりする思いもかけない類似的かつ創造的なきっかけが、解決への扉を開くであろう日をそこで待っているのです。

私はスイッチングについて読める限りのものを読む習慣をつけました。文献が増えれば私もそれとともに成長し、そのあとを追っていました。今日では私たちはこの過程補助手段としてコンピューターのデータベースを使います。特定の分野にいる人たちへの助言は、絶えずその分野の文献に気を配り、それをフォローして技術の最前線に精通するように必ずしなさいということです。

「偽物」を避ける

上に述べた過程の一部として、人は著者や研究所が最も有益で信頼のおける成果を提供するという気持ちを持たなければなりません。今日ではメーカー間競争が激しく、そのことで、交換システムについて技術まがい情報が付随した勝手な主張をすることが助長されています。

これは電子交換を開発していく私の職業生活の中で遭遇したこととは逆です。当時、この産業は協力し合い、いろいろな分野の進歩はお互いの信頼と考案の交換の上に成り立っていました。

新しい技術が新製品として市場に出回るとき、競争がより激しくなります。我々の産業の中でも、自動システムが手動システムに取って代わったときがちょうどそういう時期でした。ある人々はこれを革命であると信じました。一方他の人々は、交換手が呼び出しを人に代わってダイヤルするという半自動システムが導入されたのであるから、これは進化であるとみました。将来、音声認識がダイヤルや呼び出し装置に取って代わるとき、同じようなことがまたあると私は予言します。

交換システムはどのように変化したか？

スイッチングの技術だけでなく、交換システムが実行することを要求されている多くの機能も変化したことを私はこの目で見てきました。昔を懐かしみ「POTS」と呼びたがる人もいますが、それはどんな物だったにせよ、簡単な旧式電話サービスはもはや電話産業の中にはありません。

私がかかわり始めたときの「POTS」は現在の電話事業とは別物です。プッシュボタンでダイヤルするといったことは、今日では基本サービスの一部と考えられています。

今日では多くのタイプの電話のコールがあり、多様なサービスのニーズに応えるため、コールは一つ一つ違う形で処理されます。さらに市場により要求される機能が異なるので、メーカーはいくつもの交換システムを作るか、または一つのシステムを多くの異なる用途に適合させるようにしなければなりません。

一個の交換システムで世界中の電話サービスを行うことはできません。一つ、またはそれ以上のシステムが各地域のサービスに使われています。各地に連絡したり、世界の隅々にまで連絡をとったりできるようにそれらのシステムは相互に接続され、協力して機能するのです。この交換を扱う会社やそれらの相互接続は「ネットワーク」として知られています。この言葉は私たちの分野では何通りかに定義されています。

交換中心点、または接続点を持つ遠距離通信ネットワークは、巨大かつ複雑になりましたが、いつもそうだったわけではありません。遠距離通信が現代の商業にとって必須のものであるために、新しく実用的なサービスが大量に生み出されたのであり、そのサービスへの対応は交換システム、または交換システム付属装置でのみ実行することができます。

交換システムとそれを一部に持つネットワークの複雑性はますます増してきました。ネットワークが成長するにつれ、提供されるサービスも複雑になりました。ひと度、国内、そして世界中のダイヤル直通が始まると、ネットワークは巨大な特殊コンピューターになりました。

私たちはみなコンピューターのとりこになってしまいました。そしてコンピューターは人類の進歩にどれほど貢献したことでしょう。コンピューターは骨の折れる単純作業の大部分を肩代わりしてしまい、またコンピューターにより莫大な量の情報の蓄積が容易にできるようになりました。

今日交換システムは非常に高性能な、複雑なコンピューターネットワークを形成しています。各交換台は多くの端子を持っており、同時に何千ものコールを処理し、たとえ一個の部品が故障したとしても機能し続けなければなりません。

個人はいかに貢献するか

前にも申しましたが、採用されてから7年間たってやっと交換システム設計の職場につけました。この期間のかなりの部分は、戦時勤務のせいでした。しかし他の分野に触れてみるのはよいことでした。それはその後の職業生活にたしかに肯定的な影響を与えました。

“ちょうど良いときにちょうど良い場所にいる”というのは月並みな言葉ですが、その中には多くの真実があります。トランジスタの発明が発表された1947年、ベル研究所にいたということを考えてみてください。多くの専門分野が異なる発明家たちにとって、これは何という挑戦であったことでしょうか。たいていの者が、これはスイッチングを新しい軌道に乗せるために必要な技術だと言いました。電子交換機による実験は何年も続けられていましたが、簡単なりレーや交換台の接点素子を真空管またはガス充填管に置き換えることは経済的に割の悪いことでした。また管類は半導体トランジスタが消費するよりもずっと多くの電力を消費しました。

そのとき私がベル研究所にいたことが幸運であったばかりでなく、多分私の以前の功績がトップ経営陣によく知られていたことでもあります。交換システムを設計したいという熱烈な願いを持っていたという事実もあって、私は新しい電子技術をスイッチングに応用する研究を行うという課題を与えられた小さなグループに任命されました。

何と幸運なことだったでしょうか。もしこのことがなかったなら、多分私はきょうこうして皆様方の前にはいなかったことでしょう。4年の研究活動の後、ついに私たちは電子交換システムを作ることが可能であり、また作るべきであるという確信を得ました。

社内では内部的な激しい競争が、電気機械式交換技術を改良し、拡張しようと努力していた人々と、私たちのように電子交換技術という新しい世界に入ってしまった者の間にありました。それにしても私は非常に幸運でした。なぜなら、電子交換技術のチームに任命された人はたいてい交換技術よりも電子工学

に通じていたからです。スイッチングの分野における知識があったため、私はシステム計画の任務を与えられ、そこで私は自分のスイッチング、コンピューター、そして電子工学の知識を最大限に発揮することができました。

電子交換技術の成長

電子技術がスイッチングに応用されたとき、まったく新しい時代が、そしてある意味では、予想もできなかった時代が開けました。それがまさに起こりつつあるとき、その場に居合わせた私は幸運でした。ある産業が、方向転換しようとしているときに、その変化に気づかないということはよくあることです。電子交換技術が、予想されたものとはまったく異なるものになったと私が言うのはそのためです。

ここでは電子交換技術に対して私がかかわってきた歴史を詳細にわたり繰り返すつもりはありません。それはもう十分に書物の中で述べられています。しかしこの電子交換のごく早い時期に関連して起こった非常に重要な出来事を取り上げなければなりません。1955年、交換システムのリアル・タイム要求に、コンピューターのプログラム技術を応用するという技術革新が行われました。この技術は「蓄積プログラム制御」または「SPC」という名前をつけられました。当時この技術を採用することが、電子交換プロジェクトの特殊な設計課題を解決するために重要でした。その課題にはSPC概念を伴った飛躍的な技術進歩が必要だったのです。

今から思いますと、結局、SPCが交換システム設計へのエレクトロニクスの応用を全面的にカバーすることとなったのでした。それはスイッチングにまったく新しい次元のソフトウェアを付け加えました。SPCがスイッチングに革命を引き起こしました。もはやシステムは単純な電話コールを処理したり、単に電話接続を行ったりすることに限定されなくなりました。遠距離通信の世界に今浸透しつつある高度化の動きは、交換システム設計のこの局面に直接負うところが多いのです。この概念の発明家はウィリアム・ケイスターとアル・バドロングです。歴史の本には彼らの名前が載ってはいるものの、今日世界中の通信産業でこの概念を応用し、恩恵を受けている多くの方は、彼らの業績を認識していません。ベル研究所においてさえそうなのです。

個々の貢献者を明らかにすることの難しさ

昔なら、いろいろな交換システムを作った発明家の名を挙げる事ができました。通信産業界も彼らのことを知っていました。彼らの仲間も彼らのことを知っていました。活字にはならなかったし、彼らが賞をもらったこともありません。たしかにスイッチングの分野ではそういった時代には誰も賞などもらいませんでした。

新しい交換システムが導入されたときには、多分共同で書かれた論文が発明家たちによってではなく、会社のトップ経営陣によって専門家の前に提出されたはずで。幸いにも今日ではそういったことはありません。

変化は緩慢でしたが、専門家主義がとうとうスイッチングのところにまでやってきたと言ってもよいでしょう。京都賞受賞の栄はたしかにこの表現が本当であることを端的に示しています。ここ15年の間、数多くの交換技術者や指導者の功績がいろいろな機関で認められるようになりました。

現在、公表される論文の多くは個人の名前になっています。そして論文の幅もより広がっています。経営者たちは、専門家によって書かれた論文の前書きを書くことにより、新しいシステムに対する自分の関与の跡を示すのです。

何年も前、交換システムがまさに自動化され始めたとき、個々の発明家たちは全システムを理解していましたし、時には全システムを設計することもできました。彼らはシステム内の各要素を、設計上どのように選択したかについて語ることもできました。個々の発明家の技能で全システムの技術をカバーできたのです。

彼らは高度の熟練を体得していたのでシステムの一つ一つの部品がどのように機能するか説明できました。より複雑になるにつれ、これらの複雑なシステムにおける創造過程が変化しました。私の若いときのように、一人の発明者が交換システム全部を設計することはもはや不可能なのです。

私たちはゼネラリストからスペシャリストに変わったのです。私たちは、チップ設計やマイクロプロセッサ、メモリー、物理的設計、工具、オペレーティングシステム、コール処理、診断など、ハードウェアとソフトウェアの多くのシステム要素の専門家になったのです。そしてこの項目は増えていきます。一つのシステムを開発するには何百、いや何千人もの熟練した技術者が必要なのです。

個人の業績に対する認識は、電子交換が始まった頃が変わりました。会社は新しい交換システムの開発により多くの金額を投資し始めました。今日の推計

ではそれは10億ドルになります。

電子交換システムは、他の各種の産業、特にコンピューター産業と共通のハイテクノロジーを利用します。システム要素の統合化が進み、その相互依存も相当高くなっています。一つのシステムのためのソフトウェアも、多くの小さな部分に分かれ、それが集まって一つの全体システムのためのプログラムに組み立てられます。ですから、今では一個のシステムに対して重きをなす個人的業績を特定することは難しいのです。

今日では、ある特定のシステム設計選択の大部分について詳細な説明または論理的説明でさえできる人はいません。生涯にわたる研究活動の中で一つ失望を感じる点は、一連の特定要求項にとって、あるシステムの機構が他のものよりどう有利なのかを証明する分析手段が欠けているということです。

ある特定のコールが、現代の交換システムのハードウェアとソフトウェアの共同作業を通じてどのようにして進んで行くのでしょうか。それを見つけるためには多くの人達が貢献している詳細な情報を参照しなければなりません。スペシャリストであろうと、ゼネラリストであろうと、すべてを知っていることは期待できないのです。私の経験は最良の情報源を知って、それをためらわずに使うことでした。

今日、現代の複雑なシステムを開発するうえで、最重要事項の一つはプロジェクト・マネジメントです。この分野における、非常に優秀、かつやる気も十分で経験豊富な専門家たちであれば、最も創造的で革新的なシステム設計の成功と失敗を左右する判断を下すことができます。

電子交換の誕生という胸を踊らせるような出来事にかかわったあとでも、私は進み続け、コール処理を助けるためオペレーターの判断がまだ必要であるシステムに電子交換技術を応用しました。私はまた最初の自動コール割り込みシステムを開発しました。このシステムは発呼者に、呼び出した電話番号の変わったことを知らせるために使われています。

ここで私は、それからの職業生活の岐路に立つことになりました。私は私のために働いてくれる何百人もの専門家たちとともに、そのような拡張された交換技術開発に携わる管理職を続けることを望むのか、それとも私の能力をスイッチングについての技術的な面に対する興味へと向けることを望むのか、それが問題でした。ゼネラリストの道を選ぶか、スペシャリストの道を選ぶかの選択であると私は考え、私は後者を選びました。それはなぜでしょうか。

創造には何が必要か？

交換に対する愛着のほうが、予算や勤務報告書や予定表を扱いたいという希望よりも強いと見極めをつけました。工学をやりだしてからの私は、他の職業ではそうでもないのですが、より上の管理職を追求しないかぎり、平均的な技術者は給料が少ないことを知っていました。創造したいという要求は、管理職として昇給したいという欲望よりも強かったのです。技術者がこの職業を選ぶ理由は、物質的なものの創造こそ私たち技術者が人類に役立つ道だからです。技術者は概念を実行に移すのです。

私は工学を続けることを選びました。それはこれまでで最良の決定でした。そのとき、テクノロジーと遠距離通信の分野は急速に変化していました。特に重要だったのは交換技術独自の特性でした。もともと私の想像力をとりこにした複雑な論理回路は本来「デジタル」でした。そのときデジタル集積回路技術はコンピューターばかりでなく、遠距離通信の送信に応用されて、多くの人の関心を集めていました。

そのとき飛び交っていた言葉は「統合」でした。半導体技術だけでなく、交換、通信、新しいデジタルサービスの間でもそうでした。日本は統合サービス・デジタル・ネットワークのリーダーの一つです。

生涯の職業生活の中で人のたどる道はまっすぐではありません。多方面にわたる知識を持ち、何世代にもわたる交換技術の歴史の中で我々の企業的立場に十分な経歴を持っていたので、私は何度も、AT&Tを弁護する資料を用意する弁護士を助けるように指名されました。残念なことにこれには多くの時間がかかりました。何人かの経営者が私に「会社の重要な法律関係の仕事に知識を応用するため、わき道にそれなければ、あなたはどれだけの発明ができたでしょう」と言ったほどでした。

近年私はこれらの概念を教え続けており、また、今でも発明をしたい、という感情につき動かされます。デジタル技術に加えて光技術も、この私たちの分野に新しく登場しました。ここにまた光ファイバー通信を交換技術と統合する新しい機会がたくさん出てくるのです。若く創造的な人には胸躍るような新しい機会があります。私も、新しくやり直したいと思いますが、退職してもなお、生涯の本職として、そしてまた楽しみとしても続けられることをたいへん嬉しく思います。

今日、旅行していろいろな人に会い、特に専門を同じくする人に会う機会が私に与えられました。私は明日のワークショップを楽しみにしております。そこで私は多くの日本の友達に会え、また私が書物を通じて親しんだ業績を成し遂げた人々に会えるのです。

「あなたは人類とあなたの雇用者に有益な発明をこれほど数多く成し遂げたのに、なぜそれほど金持ちじゃないのですか」と私はよく尋ねられます。それに対し、「私はとても幸せで、満足しています。そして、人類に何か貢献したということを知って、十分報われています」と言うのですが、それは単なる表面的な言葉ではありません。初めに申しましたように、忘れてはならないのは、私の考えだした交換システムの基本的なアイデアをもとにして、非常に創造的な専門家の方々がそれに「肉づけ」をする作業をしていただいたことです。

創造性を教えることはできません。ある者にとっては、期限の重圧が創造性を刺激することもあるでしょう。創造性は管理者が思っているほど簡単に誰かが代わってやることはできません。人の創造的な能力には何か生まれつきのものがあります。しかしながら、人は創造性のために環境を整えることはできません。近代的な設備のよく整った研究所、例えば私が43年間過ごした所では、このことがとてもよく達成されていました。しかし発明家のうちには、貧しい環境の中で優れた業績を不十分な設備を使って成し遂げた人もいることを私達は知っています。しかし、もし彼らに最良の設備が利用できたなら、もっと多くのことが成し遂げられたかもしれません。このよい例がエジソンです。

1928年にダイヤルを電話機に付け加えるため、電話工事人が私の家に来て以来、私は交換システムを研究し、設計したいという衝動に駆られ続けました。それは興味として始まりました。しかし情報が増えるに従い、または不足するに従い、もっとこの問題について学びたいという衝動が大きくなりました。ベル研究所に採用されて私は楽しみが本業になってしまいました。そこで、私の発明に対して給料をもらうようになりました。

私の発明が京都でこのように荣誉ある受賞につながるには少しも考え及ばぬことでした。この受賞を機に、きょう皆様方にシステム環境の中での創造性に対する私の考え方を少しでも伝えることができることに感謝しています。

私は京都賞の設立、またこの賞がカバーする広い概念と京都賞のメダルが象徴するものに対して、稲盛氏に感謝いたします。工学者や技術者が達成した業績を認められる機会のごく少ないのです。おかげさまで費用をどこで出しても

らうかを気にかけることなく、世界中の専門的な学会に出席することができるようになりますので、この賞は私にとってたいへん役立つところの多いものです。

この講演を終えるにあたり、今一度、若い世代の人に申し上げたい。技術進歩に遅れないようにしてください。将来の発展方向とニーズ（これは固定した目標ではないかもしれませんが）を見通せるに十分なだけ、その分野に精通するようにがんばってください（私の1948年に発明したものが、1977年まで経済的に実行可能にならなかったという記録があります）。どうか皆様方も、楽しみながら貢献できる仕事を、そしてまた尊敬できる同僚とともに仕事をしていただきたいと思います。