

|                  |   |
|------------------|---|
| 題名               | 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—  |
| Title            | Creativity and Innovation in a Large System Environment: a Personal Account |
| 著者名              | エイモス・エドワード・ジョエル Jr.   |
| Author(s)        | Amos Edward Joel, Jr.   |
| 言語 Language      | 日本語・英語 Japanese, English  |
| 書名               | 稲盛財団：京都賞と助成金  |
| Book title       | The Inamori Foundation: Kyoto Prizes & Inamori Grants                       |
| 受賞回              | 5   |
| 受賞年度             | 1989  |
| 出版者              | 財団法人 稲盛財団   |
| Publisher        | The Inamori Foundation  |
| 発行日 Issue Date   | 10/31/1992  |
| 開始ページ Start page | 94  |
| 終了ページ End page   | 124   |
| ISBN             | 978-4-900663-05-0   |

## 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。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のなのです。工業化の進んだ国々で、電気通信技術はな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。電話をかけたリ、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

## CREATIVITY AND INNOVATION IN A LARGE SYSTEM ENVIRONMENT: ~A Personal Account~

Amos Edward Joel, Jr.

Introduction

Receiving the prestigious Kyoto Prize is an occasion for great introspection. One wonders what have I contributed to the betterment of mankind to deserve this award? Why should I be so honored? There must be some mistake.

I have thought a lot about this. I have spent most of my life, since adolescence, becoming very knowledgeable about a subject little known to or of little interest to members of the general public. Yet they use it many times a day. In industrialized countries, where they are highly dependent upon telecommunications, it is an attribute they are acutely dependent upon but unknowingly aware of: switching.

Switching is my specialty. It has been that way since I was 10 years old. Switching is what makes telecommunications ubiquitous—as a result we may selectively call one another. A more familiar word is we can “dial” one another. Switching is needed whether we use the telephone, facsimile, telex, computers or any other means of telecommunication. We will need it for picture-phone (video) communication. Wherever there is selection there is switching. Even the remote control on your television set involves switching.

There are other functions, such as implementation of “connections” to establish paths representing the selections and “contention” for privacy. Insuring against intrusion into a connection is one of the most difficult design elements in switching. It has engaged the best minds since the earliest days. In fact, when shrewd salesmen attempted to sell early switches without provision for contention they were not at all successful.

Switching is accomplished by many cooperating elements giving rise to the term “switching systems.”

Nature of the Systems

There are many definitions of “systems.” One of the best comes from “An assemblage of structures in biology composed of similar elements and combined for the same general functions.” Never has this been more evident than with the present electronic switching systems composed largely of integrated circuit chips. Some systems, as with the human anatomy, evolve over very long periods of time. The systems about which I lecture today are different. They are composed of man-made technologies. As a result they may have evolved over a generation or two. As a result, I have had the good fortune of witnessing a great many changes, evolutionary changes, in my lifetime.



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世紀まではたっぴりかかるでしょう。

歴史的な知識が極めて大切である

### Eras of Technology

The tremendous changes in the elements of switching systems are not unlike those that have occurred in other industries—human labor replaced by machines and then machines replaced by information processing. These changes have been made possible by the progress of the technology.

There have been three major but similar technological eras in switching—and I have been privileged to have lived through a period that spans all three. I have observed the evolution from one to another. These eras are manual, electromechanical, and electronic switching.

With manual switching, human elements provide the intelligence and motor power to make the connections. Perhaps the greatest step taken in the evolution of switching was eliminating the need for operators.

Manual switching was replaced by electromechanical elements and the caller was provided with a dial to inform the switch what was required of it to establish the desired connection. The new field was then called “automatic telephony.” Deployment of this technology had just caught on about the time I was born and was in its infancy when I began studying switching. It took more than five decades for the manual switching of most calls to be replaced by automated systems.

The technology which has engaged my attention for the past 40 years has been the replacement of electromechanical devices by electronic elements. The transition from electromechanical to electronic switching is well along in most areas of the world, but may not be completed in some areas until well into the 21st century.

### A Knowledge of History is Crucial

Truly dedicated artisans should be historians of their area of interest, career, or professional study. I have enjoyed not only studying and philosophizing about the history of switching but in a major sense feeling that I am a part of it. No place is this more important than in engineering. One should know what came before so that one can benefit from past experiences, good and bad. “Reinventing the wheel” in the context of a new technology may be useful.

The importance that I associate with the recording of history is one legacy I believe I am leaving to future students of switching. I have written articles and contributed extensively to a series of books on the history of switching in the United States, and I am jointly authoring a book for publication next year on the



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、私自身が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経験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場所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

worldwide history of electronic switching.

Early in my quest for information about switching systems someone suggested that I examine issued patents in the field. This occurred when I was about 13 years old. By the time I completed high school, I had read and classified for my own use the information contained in several thousand United States patents on automatic switching systems.

Although by this technique I had acquired a great deal of knowledge about automatic switching systems, there was a lot that I did not really know and could not learn from the study of patents alone. Were the systems described in the patents ever built and placed into service? What were their costs? How were the systems engineered, that is, how were they applied to many different situations? I knew then that what I needed and wanted was to study engineering in college, electrical engineering. Where was the best place to study switching technology and engineering in the United States? At that time there was no place in America where one could study these subjects. (Even today there is a definite deficiency in the teaching of this aspect of telecommunication technology.)

At that time (1936) one hardly considered looking outside of the United States for an engineering education. There were several reasons: the cost, the transportation, and the curriculum. We knew little about an engineering education abroad. Later, I learned that the principles of switching, as they were then applied in specific countries, were being taught abroad. But even to this date it has not been possible to encourage faculty in the United States to offer courses even though authors, including myself, have written widely on such subjects.

The Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) had, and I believe still has, the reputation of being the finest engineering school in the United States. While they offered no courses in switching they had a very fine course in communication theory. Fortunately my grades in high school were high enough for me to be accepted at M.I.T.

More importantly, the spirit of creativity seemed to permeate the studies at M.I.T., reinforcing my own inclinations in this direction. Furthermore there was a freedom to write theses and prepare seminars on subjects of one's own choosing. Naturally mine were related to switching.

Entering M.I.T. was highly competitive. But more importantly, the tuition costs were very high and the country was in the midst of a depression. To aid in supporting my education I naturally turned to my subject area: I went to work in the dormitory's office where my principal task was to run the busy telephone



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みえる創造的精神が、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、授業料がとても高く、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

switchboard. Here I learned things about telephone switching from the practical point of view. The money earned operating the switchboard helped with expenses, including the purchase of more copies of patents.

The difficulty of learning about switching in the United States was due, in large part, to the monopoly of AT&T. Not only did AT&T operate most of the United States telephone network but also manufactured and sold most of the equipment to its subsidiary telephone operating companies. They trained their own employees, generally on the job.

Perhaps the most important reason for this lack of formal education in switching was the lack of formal methods for describing switching techniques. Seeking more formal methods became an important pursuit of mine throughout my career. More of this later.

Up until the time of my employment there, training in switching even at Bell Telephone Laboratories, the world's greatest telecommunications research and development institution, was descriptive. This means that texts and courses were available for those interested in learning about specific systems and how they operated.

There was no attempt to extract from the vast sources of information about different systems the classification of knowledge and, deriving from that, the essence of system principles. Throughout my career I have tried with relatively little success to change this situation. As knowledge continues to accumulate in a subject, and this certainly has been the case over the past 50 years in switching, the greater is the need for digesting this knowledge so that it may be assimilated more readily by future generations.

### What can you do besides switching?

Seeking employment in switching as my undergraduate years were coming to a conclusion was not as easy as I expected. Knowledge alone was not enough. A routine employment application to Bell Laboratories was turned down. They were not hiring. I applied for employment at other lesser companies designing and manufacturing switching equipment for the independent telephone companies and at railroad signaling companies.

Fortunately, the father of a classmate was an executive at Bell Laboratories. When he was told about me and my deep interest in and knowledge of switching, I was invited for an interview and eventually received a job offer. I accepted and thus began a happy and productive lifetime career of 43 years.



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たしかに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は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の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

Technology changes at a rapid pace. Throughout a career spanning almost 50 years it is necessary to keep one's knowledge up to date and to retrain periodically. A good basic engineering education as a foundation is essential for this continuing education.

From the beginning of my employment at Bell Laboratories in 1940 I continually requested assignments where I would have an opportunity to demonstrate my ability to design switching systems. However, it was not then company policy to place new engineers in such responsible jobs. (How times have changed! ) Therefore I was not given a switching system design assignment and perhaps in retrospect this was not a setback but an opportunity.

In 1941 I was asked to join a group engaged in the design of secret communication systems. Hidden in these systems were cryptographic key generators that required the application of complex logic circuits similar to those used in the control portion of switching systems. I became a cryptanalyst. In the course of this work I received several patents demonstrating my creativity in a different area.

When some of this work was completed many of my associates returned to the design of switching systems. I was invited to join the group and started to design a very important part of a new electromechanical switching system, known as the No. 5 Crossbar System. For various related reasons, this assignment was aborted. Here I was so close to what I had always wanted most to do and yet now it was taken away.

Instead I was assigned to design electrical computers. While this made full use of my circuit design creativity, it did not at the time appear to be leading toward my goals. This experience with computers later turned out to be most useful, actually, essential, to the furtherance of my career.

Working on cryptanalysis and computers had also given me an opportunity to associate with more professional people. Creativity does not always appear in theories or in the implementation of inventions. As indicated earlier, since my college days I had been dismayed by the lack of training opportunities in the principles of switching.

Having considered this deficiency for some time I proposed to Bell Laboratories management that a formal course in switching be developed to be given to new and offered to older employees in this area. I outlined the contents of a course that approached the subject from a philosophical rather than descriptive level.

My proposal was made at a time when Bell Laboratories was looking for ways to familiarize many new engineering recruits with the switching area that



られています。いろいろな事情があっ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中で、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の設計に戻りました。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

was recognized as being vital to future progress in telecommunications. It was adopted and along with several other engineers I was assigned to develop the course, writing the text, and teaching the first classes.

This approach to teaching switching was so successful that it was later expanded to other telecommunication technology subjects. While the course was my idea, I did not benefit directly from its success. Here was a career crossroad. Do I stay and repeat and refine what I started or move on to new ground?

I chose the latter and returned to designing special purpose computers for telephone billing applications. I was getting closer to my ambition of designing switching systems. Here I was designing complex circuits of the type and quality used in switching systems. From this I learned about some newer technologies, but more important I was challenged to design the most complex logic circuits. The result was a very large machine, the patent for which was at the time the largest issued in the United States both in terms of the number of sheets of drawing and specifications and in the number of claims.

### Inventors vs. Professionals

Since Bell first made his telephone and before with the telegraph, the inventor alone or with one or two partners, was the principal player on the field of telecommunications. Those inventions that became accepted products were eventually taken over by companies that continued to improve and expand their sales. However, the inventor continued to dominate sources of new ideas. The inventor was king. The designs emanating from their companies were largely the products of persons made from the same mold as their earlier brethren, the lone inventors. Relatively few of these switching designers were college graduates.

It is interesting that this condition did not exist with engineers working with telephone transmission. Here the more scientific attitude approach existed. As a result, many of the advances in transmission were founded upon more formal techniques. The reason for this is "measurability." With the background of very cogent mathematical theories, the quantity and quality of telephone connections became measurable very early in the commercialization of telephony.

The differences between the more scientific approach and professionalism in telephone transmission and the lack of it in switching piqued my attention. Transmission was truly looked upon as a profession in engineering and the other, switching, as an art presided over by skilled artisans or inventors.

An area closely allied with switching that has yielded to theoretical methods



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ものでありました。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、送信の発達のはほとんどは、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、

is known as “teletraffic.” Teletraffic deals with the quantity of switching equipment and facilities needed to provide a desired quality of service relative to the simultaneous demand for switched connections.

To a lesser extent, computer technology and techniques have also had an influence on the formalization of switching. In the control of switching systems, a special branch of computer technology is generally applied. It is a question as to which came first. Ask a computer technologist, and he will say that they first studied and formalized these techniques. Ask a knowledgeable switching expert, and he will say that they first encountered and laid down principles for these techniques. One problem is that, even today, there is little cross-fertilization between these fields, where I believe more progress could be made if they could only get together and speak the same technical language.

Broadly speaking, switching still lacks “measurability.” However, switching can now be called a profession. Most of those entering this field have a college education, many with advanced degrees. I believe through meetings sponsored by professional societies and the growth of computer technology, switching has gradually been looked upon more favorably.

Early in my career, being young and idealistic, I had hoped that switching would soon advance to the same stature and become more formal. Unfortunately it still hasn't happened. But there has been much progress.

One of the problems is that we may not have achieved the optimal mix between inventors and professionals. By this I do not wish to imply that professionals are not creative, but that their scientific approach is more evolutionary than the way the old-time inventors would have approached a problem by jumping off the beaten path.

#### Creativity and Keeping Abreast of the State of the Art

At an early age my curiosity became so great that I read almost all of the literature that was available on the subject of switching. When these sources were quickly exhausted I turned to reading copies of patents on this subject. This opened my eyes and brain to a whole new world of invention. It stimulated me. It was then that I discovered this driving energy to create, to move forward from the state of the art with which I had become well acquainted.

Since then, I have always felt driven by a desire to create. I seldom give up on a technical problem. When I cannot solve a problem, I bury it in the back of my mind. Here it waits hoping that someday a specific event or unintended



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々への助言は、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

analogous creative opportunity, sometimes called a creative stroke, will unlock the way to a solution.

I developed a habit of reading all that I could about switching. While the literature grew, I grew with it and kept track of it. Today we use computer data bases to assist in this process. My advice to those in a particular field is to be sure they continually become aware of and follow the literature in their field so that they become entirely familiar with the “state of the art.”

#### Avoid the “Hype”

As part of this process one should develop a feeling for which authors and institutions provide the most useful and reliable contributions. Today competition among the manufacturers is so intense that it has stimulated the making of many spurious claims or “hype” associated with quasi technical information about switching systems.

This is contrary to what I encountered during my career as electronic switching was developing. Then there was much cooperation in the industry and progress in many areas was based upon mutual trust and the interchange of inventions.

Competition becomes more intense when new technologies result in new products coming to market. We had a similar period in our industry when automatic systems replaced manual systems. Some believed this was a revolution while others were more in favor of evolution where semiautomatic systems were introduced and operators would dial your calls for you. I predict these days will return in a future generation when voice recognition will replace a dial or calling device.

#### How have Switching Systems Changed?

The changes I have seen have not only been in the technology of switching but in the many functions switching systems are required to perform. No longer do we have in the industry what those of us who look back like to call “POTS”: plain old telephone service, whatever that was!

What was “POTS” when I started is different from the present. Today we expect things like push button dialing as part of the basic service.

Today, to meet various service needs, there are many types of telephone calls, each of which is processed differently one from another. Furthermore, the functions required differ from market to market, making it necessary for a manufac-



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」と呼ぶ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

turer to have several switching system products or be able to adapt the same system to many different sets of requirements.

One switching system cannot serve the world. There are one or more serving each geographical area. They are interconnected and work cooperatively to enable one to reach around the corner or across the world. The switching entities and their interconnections are known as “networks,” a term which in our field has several definitions.

Telecommunication networks with switching hubs or nodes have become large and complex—but they were not always that way. The vital necessity of telecommunications in modern commerce has spawned many new and useful services, the provision for which can only be implemented in switching systems or adjuncts thereto.

The complexity of the switching systems and the networks of which they were a part grew. As networks grew, the complexity of the service offerings grew. Once nationwide and worldwide dialing began, the networks became giant specialized computers.

We have all been captivated with computers and how they have contributed to human progress. They have taken over much of the drudgery of routine tasks and facilitated the storage of vast quantities of information.

Today, switching systems form the most sophisticated and complex network of computers. Each switch has thousands of terminals, which must process thousands of simultaneous calls, and must continue to function even when a component fails.

### How the Individual Contributes?

I have already indicated that it took 7 years of employment before I was finally given an assignment designing switching systems. A few of these years were due to wartime assignments. However, it was good that I had this exposure to other fields and they certainly had a positive influence upon the remainder of my career.

Being at the right place at the right time is a cliché but there is much truth in it. Imagine being at Bell Laboratories in 1947 when the invention of the transistor was announced. What a challenge to the inventors in many different areas! Many of us said this was the technology needed to move switching into a new orbit. While there were experiments with electronic switches for years it was economically unsound to replace a simple relay or switch contact element with a



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、国中、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もありますが、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

vacuum or gas filled tube. Also the tubes used much more power than the semiconductor transistors.

Not only was I fortunate to be at Bell Laboratories then, but perhaps because my previous successes were well known to top management and because I had this burning desire to design switching systems, I was assigned to a small group given the task to explore the application of the new electronics to switching.

What a break! Perhaps if this had not happened I would not be before you here today! It took four years of exploratory work before we were finally convinced that we could and should build an electronic switching system.

There was intense internal competition within the company, between those still working to improve and extend electromechanical switching and those of us who were off into the new world of electronic switching. Furthermore, I was most fortunate, since most of those assigned to electronic switching were more knowledgeable in electronics than switching. Because of my knowledge in the switching field I was placed in charge of the system planning where I could use to the fullest extent my knowledge in switching, computers, and electronics.

### Electronic Switching Turns Out to be Something More

A whole new era and, to some extent, an unexpected era was opened when electronic technology was applied to switching. It was my good fortune to be there as it was happening. It is not unusual for one not to recognize a change in direction of an industry while it is occurring. That is why I say electronic switching turned out to something quite different than expected.

I will not repeat here all of the details of the history of my association with electronic switching. These have been well documented. But I must mention the most important event associated with these very early days of electronic switching. In 1955 an innovation was made applying the computer technique of programming to the realtime requirements of a switching system. This technique was given the title “stored program control” or “SPC.”

At that moment the adoption of this technique was important to the solution of a specific design problem for the electronic switching project. It required a technological breakthrough that accompanied the SPC concept.

In retrospect it turned out that SPC eclipsed the application of electronics to switching system design. It added to switching the whole new dimension of software. It created a revolution in switching. No longer were systems confined to processing simple telephone calls and making simple telephone connections. The



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のでしょうか。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いって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に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

great sophistication that is now beginning to permeate the world of telecommunication can be directly attributed to this aspect of switching system design. The inventors of this concept are William Reister and Al Budlong. Except for their place in history books their contribution is not recognized by the many in the industry throughout the world today who apply and benefit from this concept, even at Bell Laboratories.

#### Individual Contributors Harder to Identify

In the past you could name the inventors of various switching systems. The industry knew them. Their compatriots knew them. They were not written about nor did they receive awards. Certainly no one in switching received an award in those days.

When a new switching system was introduced, perhaps one omnibus paper would be presented before a professional society, not by the inventors, but by the top management people of the company. Fortunately, this is no longer the case today.

While changes have come slowly it is safe to say that professionalism has finally come to switching. Receiving the Kyoto Prize certainly epitomizes the truth of this statement. In the past 15 years the contributions of a number of switching engineers and leaders have been recognized by various organizations.

Now most published papers are by the individual contributors. Also the papers are more comprehensive. The managers now make their published imprint upon a new system by authoring a preface to a volume of papers by the specialists.

Years ago, at the time switching systems were just becoming automated, the individual inventors understood, and in a few cases, designed entire systems. They could tell you about the design choices for each element of the system. The skills of the individual inventors could encompass the technologies of entire systems.

They were so skilled they could explain how each and every part of a system worked. The growth in complexity has changed the creative process of these complex systems. No longer can the lone inventor, as I was in my youth, design a complete switching system.

We have moved from the generalist to the specialist. We have specialists in the many system elements of hardware and software; chip design, microprocessors, memories, physical design, tools, operating systems, call processing, diagnostics, etc., and the list goes on. Hundreds, even thousands of skilled engineers are needed to develop a single system.



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人は、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ことができました。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す。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

Recognition of individual contributions changed at about the time electronic switching started. Companies began investing larger amounts in the development of new switching systems. Today, the estimate is one billion dollars.

Electronic switching systems use high technology in common with many other industries, particularly computers. There is greater integration and, to some extent, interdependence among the system elements. Software for a system is divided into many small portions that are assembled into the program for a complete system. Therefore, it is now difficult to identify significant individual contributions to a system.

Today there is no one who knows the details or even the rationale for most of the design choices for a particular system. One disappointment of a lifetime of searching is the lack of analytical tools to prove the advantage of one system organization over another for a fixed set of requirements.

How does a specific type of call progress through the cooperating hardware and software of a modern switching system? To find out one must refer to the detailed information to which many have contributed. Whether a specialist or a generalist, one cannot be expected to know everything. My experience has been to know the best sources of information and to utilize them without hesitation.

Today one of the most important aspects in the development of modern complex systems is in project management. Highly qualified and motivated professionals with experience in this field can make the difference between success and failure of even the most creative and innovative system design.

After being associated with the exciting birth of electronic switching I moved on, applying electronic switching to systems where the judgement of operators is still needed to aid in the processing calls. Also, I developed the first automatic call intercept system. This system is used to inform callers that the telephone number that they reached has been changed.

Now a crucial point was reached in my career. Did I wish to continue as a manager of such extensive switching developments with hundred of professionals working for me or did I want to direct my talents toward my interests in the technical aspects of switching? I looked upon this decision as one of choosing between specialization and generalization. I chose the latter. Why?

#### What it Takes to Create?

I decided my devotion to switching was greater than my desire to deal with budgets, manpower reports, and schedules. Ever since I entered engineering, I was



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に変わりました。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

aware that, unlike those in other professions, engineers on the average are paid less, unless they pursue the higher management roles. My desire to create was stronger than my desire for managerial advancement. Many of us choose this profession because our way of benefiting mankind is to create material things. Engineers reduce concepts to practice.

My choice was to continue in engineering. It was the best decision I ever made. It was a time when the technology and the field of telecommunications was changing rapidly. Of particular importance was a characteristic that is inimitable to switching. The complex logic circuits that originally captured my imagination were inherently "digital." Now integrated circuit digital technology was attracting considerable attention, being applied not only to computers but to telecommunications transmission.

The buzz word was "integration"—not only in the semiconductor technology but also between switching and transmission and in new digital services. Japan is one of the leaders in introducing integrated services digital networks.

All paths one takes through a lifetime career are not straight. Being a generalist and having much background in our corporate stance in switching over several generations, I was chosen on several occasions to assist lawyers in preparing material to defend AT&T. Unfortunately, this took much time, and as some managers have said to me, "Think how many more inventions you might have made had you not been diverted to apply your knowledge to this important corporate legal work."

In recent years I have been teaching these concepts and I still feel the drive to invent. In addition to the digital technology, optical technology is another newcomer to our field. Here again there are many new opportunities to integrate optical fiber transmission with switching. There are so many exciting new opportunities for the young creative person. Although I wish I was starting over, I am glad that, even in retirement, I have been able to continue with my lifetime vocation and avocation.

It has given me a chance to travel and meet people, particularly those in the same profession. I look forward to the workshop tomorrow where I will meet many Japanese friends and those with whose work I am familiar through their writings.

I am frequently asked, "If your inventions have been so numerous and beneficial to mankind and to your employer, why are you not very wealthy?" Of course it is not just a cliché, when I say that I am very happy, content, and well



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應用されて、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

compensated knowing that I have contributed something to mankind. As I said earlier, one must not forget the many highly creative professionals who “put meat on the bones” of the basic switching systems ideas that I have conceived.

Creativity cannot be taught. The stresses of deadlines may, for some, stimulate creativity. Creativity cannot be delegated as easily as some managers would like. There is something innate in one's creative ability. One can, however, provide an environment for creativity. Modern well-equipped laboratories such as the one where I spent 43 years of my life have done this exceedingly well. However, we know that some inventors have done their good work in poor surroundings and with inadequate facilities. But what more might have been accomplished if they had the best? Edison is a good example of this.

Ever since a telephone installer came to my home in 1928 to add a dial to the telephone I had this drive to study and design switching systems. It started as a hobby, but the more information, or lack of it I had, the greater was my drive to learn more about the subject. My avocation became a vocation when I was hired by Bell Laboratories. Here I was paid to invent.

Little did I know that my inventing would lead to this considerable recognition in Kyoto. I appreciate the opportunity that winning this prize has afforded me to convey to you today some of my thoughts on creativity in a systems environment.

I wish to thank Dr. Inamori for establishing these awards, for the broad concepts they encompass, and for what the Kyoto Prize medal stands. There are very few opportunities where engineers and technologists are recognized for their accomplishments. The award will be most useful in permitting me to attend professional meetings the world over without worrying about sponsorship.

I would like to close this lecture by again addressing the younger generation. Keep abreast of technology. Know the field well enough to anticipate future directions and needs, even though these are likely to be a moving target. (I have a record of an invention made in 1948 that did not become economically feasible until 1977.) Be sure you are working at something you enjoy, and to which you can contribute, and with peers you respect.



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す。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栄誉ある受賞につながると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。



稲盛財団1989——第5回京都賞と助成金

発 行 1992年10月31日

発行所 財団法人稲盛財団

京都市下京区四条通室町東入函谷鉦町87番地 〒600

電話〔075〕255-2688

製 作 (株)ワーク

印 刷・製 本 大日本印刷(株)

ISBN4-900663-05-0 C0000