

100th
100th Anniversary

輝かせたい
コミュニケーションの
夢・未来
IEICE 100周年

電子情報通信学会 マイルストーン

100年の偉業を振り返り未来に繋ぐ

2017年9月15日

一般社団法人 電子情報通信学会



創立 100 周年記念事業のあらまし

創立 100 周年記念事業実行委員会委員長 笹瀬 巖

一般社団法人電子情報通信学会は、2017 年 5 月 1 日に創立 100 周年を迎えました。本会は、1917 年 5 月に「電信電話学会」として設立され、学会の名称も「電気通信学会（1937 年）」「電子通信学会（1967 年）」を経て 1987 年には「電子情報通信学会」に改称し、現在約 3 万人の会員を擁する国内最大規模の学会の一つに発展してきました。これまでの 100 年、電子情報通信技術（ICT）分野における科学・技術の振興と発展は、指数関数的な大容量・高速化及び高密度・小形化を実現し、産業の興隆を通じて社会に大きな貢献をしてきました。また、ICT は、情報とメディアの交換や共有を圧倒的に効率化し、文化の伝承や創造に大きく貢献してきました。本会は、これらの発展に基幹学会として重要な役割を果たし、基盤技術の発展を支えてきました。一方、我が国をとりまく環境は大きく変化し、人口減少・少子高齢化、グローバル化、社会インフラの維持管理、安心・安全対策、資源・エネルギー問題、地球環境問題などにおいて、数多くの課題が山積しており、それらの解決に向けて、ICT による貢献が一層求められています。また、2016 年 1 月の「第 5 期科学技術基本計画」では、ICT の進化などにより大変革時代が到来するとの現状認識が示されており、本会が果たすべき役割はこれまで以上に拡大しています。多様な価値観を持つ「ひと」と「ひと」、更には「ひと」と「もの」、「もの」と「もの」をつなぎ、地球環境と安全を守り、豊かな文化と新たな価値を生み出すことが可能な社会システムの実現に向けた貢献が期待されています。

本会創立 100 周年創立記念事業実行委員会では、会員の皆様と共に、創立 100 周年をお祝いするとともに、以下に示す記念事業を行います。

1. 次の 100 年の入り口にあたり、本会がコミュニケーションの夢とそれによって実現される豊かな未来社会に向けて果敢に挑戦し、革新的技術及びイノベーションを継続的に創出する学会として大きく飛躍することを目指し、電子情報通信学会創立 100 周年宣言を行いました。
- ① 広汎な知が交流する場をつくり、新たな学術領域をひらく。
- ② 社会課題の解決に貢献し、新たな社会のビジョンを作成する。
- ③ 技術倫理の向上に努め、社会に向けて発信する。
2. 本会は、国の基幹をなすべき電子・情報・通信に関連する産業領域ならびに将来の技術を開拓し涵養すべき重要な学問分野を包含し、我が国の発展に大きく貢献して来ました。この過程で、核となる技術・学問の種を数多く創出し、その後の発展を育み、現在の ICT 社会の構築を支えてきた本会の諸先輩並びに現会員の皆様の偉業を顕彰するために、電子情報通信学会マイルストーン選定委員会（辻井重男委員長（本会元会長））を設置いたしました。会員の皆様より多くの応募を頂いたこと、及び、マイルストーン選定に際して、多くの時間と労力を費やして頂いたことに心から感謝いたします。
3. 創立 100 周年記念事業協賛委員会（青木利晴委員長（本会元会長））を設置し、企業・個人からの協賛募金および学会活動と運営の方向性についてのご意見を頂くことに多大なご尽力を頂きました。
4. 100 年史刊行委員会（齊藤忠夫委員長（本会元会長））を設置し、編集委員及び執筆者の多大なご尽力により、本学会の活動の歴史を体系的に取りまとめるだけでなく、電子工学、情報通信に関する学術の変遷や発展を概観し、Society5.0 の実現に向けた最新の技術トピックス等も盛り込まれ、とても魅力ある充実した内容の記念出版物に仕上がりました。座右の銘としてご利用いただければと思います。
5. 創立 100 周年記念事業の一環として、ソサイエティごとにテーマ・内容を設定して、記念懸賞論文の募集を行いました。最優秀論文並びに優秀論文は、平成 29 年 12 月号会誌に掲載されます。学会誌では、各種創立 100 周年記念特集を組み、各種事業を総括した記念号を出版いたします。
6. ソサイエティ、グループ、支部等でも創立 100 周年を記念する多彩な事業を企画しています。また、公募により、創立 100 周年記念ロゴとキャッチフレーズ「輝かせたいコミュニケーションの夢・未来」を選定いたしました。
7. 創立 100 周年記念式典を、広く会員の参加を求めるため、同年のソサイエティ大会期間と合わせて、記念特別講演会などを含み、2017 年 9 月 15 日に明治記念館で挙行政いたします。

近年の電子情報通信産業における急速なパラダイム変化など、学会を取り巻く環境も大きく変化しています。本会が永続して世界をリードする学会として発展し続けるためには、継続的な変革と努力が求められます。グローバルな知の源泉としての役割の強化、産業界の人材の学会での更なる活躍を促す諸施策が欠かせません。次の 100 年を見据え、絶えず進化する学会の構築に向けて会員の皆様と力を合わせて進んで行きたいと思っています。

電子情報通信学会創立 100 周年記念 マイルストーン冊子の刊行に当たって

マイルストーン選定委員会委員長 辻井 重男

マイルストーン選定委員会は、電子情報通信学会の過去 1 世紀の偉業を振り返り、未来に繋ぐべく、委員一同、これまでの業績を整理し列挙する活動を、昨年来、鋭意続けてきた。その方針・基準については、後ほど述べることとし、まずは、1917（大正 6）年本学会創設以来、百年間の偉業について、断片的ではあるが、振り返ってみよう。学会に残る歴史書

「歴代会長所感 電気通信学会創立二十周年を祝して一言を述ぶ」

1937（昭和 12）年 11 月

「電子通信学会 50 年史（創立 50 周年記念出版）」

1967（昭和 47）年 10 月

「電子情報通信学会 75 年史（創立 75 周年記念出版）」

1992（平成 4）年 9 月

を、言わば、古代史、中世史、近代史として紐解くと先輩達の偉業に心を打たれる。

1917（大正 6）年から 1937（昭和 12）年までの 20 年間に於いて、既に、松前・篠原名誉員等による無装架ケーブル、丹羽保次郎名誉員による写真電送、高柳健次郎名誉員によるテレビジョンなど、世界的偉業が生み出されていたことが、改めて印象に残る。これ等の諸先輩の思い出が 50 年史に載せられているので、一読をお薦めする。

次の 30 年、即ち、1938（昭和 12）年～1967（昭和 42）年は、太平洋戦争や戦後の復興期を挿む激動の時代であったが、その中で、多くの偉業が生み出された。そのうちのいくつかを、筆者が、若い頃、仄聞した逸話も交えてお伝えする。

(1) 八木・宇田アンテナ

太平洋戦争中、日本軍が、イギリス軍のアンテナの性能に驚き、質問したところ、逆に「ヤジ（八木）アンテナと聞いている」と返答されたという話を、西澤潤一名誉員が、テレビ出演の際、語っておられたのを記憶している。

(2) 古賀逸策名誉員による水晶振動子

太平洋戦争前、ドイツから、なぜ、日本から届く電波の周波数は、急に正確になったのか、という問い合わせがあったそうである。古賀名誉員は、若い頃、水晶の磨き方を教わるため、半年ほど、甲府の水晶屋に弟子入りし、「彼はどうかしているのではないか」と噂されたという昔話が残されている。

(3) 森田名誉員によるマイクロ波通信の成功

「ひむがしの 筑波山よりきこえる 声はわが思う人の声なり」

これは、1935（昭和 10）年森田名誉員が筑波山頂と大岡山時計台との間で本邦初のマイクロ波通信に成功したことに感動した、歌人 小原栄子が読んだ歌である。その後、森田名誉員は、世界初の「二重反射版マイクロ波無給電中継」を成し遂げられた。

(4) 染谷・シャノンの標本化定理

ディジタル伝送・信号処理の基本定理である標本化定理は、情報理論の創始者、シャノンと同時期に、染谷勲名誉員が確立している。染谷勲著「波形伝送」は、ディジタル伝送方式の開発に従事する者にとって座右の書であった。現在では、当然の基礎的理論となっているが、筆者の若い頃は、学会発表の際、「染谷・シャノンの標本化定理」を呼んでいた。

75 年史の時代、即ち、1992（平成 4）年～現在になると枚挙に暇のないほどの著名な偉業が生み出されたことは会員の記憶に新しいので、本冊子を参照頂くこととする。

これらの偉業を表彰するため、1936（昭和 11）年には、功績賞が設けられ、また、1940（昭和 15）年には、論文賞・著述賞が創設されている。更に、1963（昭和 38）年には業績賞が設定された。その選考方針としては「この表彰を受ける業績は、表彰の年から遡り、3 年以内に業績の明確になったもの」と 50 年史に明記されている。

そこで、論文賞、業績賞、功績賞は、期間的特徴は、

論文賞：年度ごとの評価（創設期当初は別として）

業績賞：数年単位での評価

功績賞：長期的評価

と分類できる。ただし、功績賞は、必ずしも、学術的、技術開発的偉業とは限らず、学会運営などへの貢献が評価された元会長などに贈られる場合も見受けられる。

さて、本委員会の任務である偉業の選定方針・基準についてお断りしておこう。視点としては、公募要綱にも記されている通り

- 1) 学問的貢献
- 2) 技術開発
- 3) サービス・市場開拓
- 4) 概念構築

等であるが、研究開発の評価は様々な難しい課題が内包されており、本委員会のメンバーによる主観的な価値観により全ての成果を評価することは、分野の広さ、長い歴史を考えると到底できることではない。例えば、歴史を遡って評価するとしても、同じ研究・開発成果に対して、30年後から振り返るのと10年後から振り返るのでは、評価結果が異なるケースも少なくない。ある成果が発表されてから、10年後にはまだ、実用化されなかったが、30年後には普及していたというような場合も珍しくない。例えば、安田靖彦名誉員によるデルタ・シグマ変調方式は、提案後、2、30年後に普及しはじめ、約半世紀を経て、世界的に広くA/D変換方式の主流として、使用されている。過去1世紀に対して、現時点で、同じ目線を持つことは原理的に不可能なのである。

そこで、本委員会では、下記を客観的基準として、参考にした。

- A. 業績賞
- B. 論文賞
- C. 功績賞
- D. 学会外の様々な賞
- E. 公募推薦

A. 業績賞について

業績賞は、本学会の選考委員会において、よく検討して選ばれており、本委員会が、改めて、個々の受賞について、公平に再評価を加えることは不可能に近い。そこで、業績賞を受賞した成果294件は全て、他の受賞と合わせて分類整理することとした。しかし、業績賞にもいくつかの問題がある。

- i. 業績賞が設定される以前の、約半世紀近い期間の評価をどうするか。
- ii. 業績賞設定以後でも、学会外の著名な賞は受賞しているが、業績賞は受けていない優れた業績も見受けられる。
- iii. iiとも関連するが、上に述べたように、業績賞は数年単位での比較的短期的視野での評価である。

まず、業績賞が設定される以前の、約半世紀の評価については、功績賞、論文賞や学会外の評価が拠り所になろう。また、50年史・75年史に記載されている思い出も参考にできる。例えば、電電公社電気通信研究所（当時）の設立者として知られる吉田五郎名誉員の多相位相変調について、喜安善市名誉員（故人）が75年史に紹介しておられる記事が参考になる。それによれば、吉田五郎名誉員の業績は、アームストロングの周波数変調に比肩し得る成果であるが、戦後間もない頃の占領軍との関係もあり、業績としての正当な評価がされてこなかったそうである。このような歴史を全て深掘りすることは、本委員会の限られたメンバーと期間では不可能であるが、本学会の過去の資料から発掘できる範囲で評価した。

B. 論文賞について

論文賞についても歴史的視点から考えねばならない。現在、厳しい査読を経て論文誌に掲載される論文数は、和文誌、英文誌を合わせて、1,800編以上になるが、会誌と論文誌が分離されたのは、1968（昭和43）年である。1950年代、学会誌に掲載される論文数は、毎月、十数件に過ぎず、掲載されたということ自体が話題になったものである。このような歴史的移り替わりの中で、論文賞に対する評価を杓子定規に行うことは難しいので、下記に説明する功績賞、学会外の賞や公募推薦を評価する際、個々に調査することとした。

また、これまでの論文賞総数は500件以上になるが、その中で、特に優れた論文に対して、毎年、例えば、喜安善市賞のような特別賞が授与されている。論文賞は、年毎の短期的評価により判定されるとは言え、特別論文賞は、多数の掲載論文から1件のみ選ばれたのであるから、これらの成果は、偉業として評価されるべきであろうと判断し、特別論文賞35件は全て偉業として、リストアップした。

C. 功績賞について

先に述べたように、学会設立当初は、学会の賞は、功績賞のみであったことを考慮し、学会内・外の受賞状況とも合わせて様々な視点から、個々に調査して偉業に加えるべきか否かを判断した。例えば、上記、標準化定理の染谷名誉員が受賞しているのは、功績賞のみである。逆に、先に述べたように、学会運営面のみの評価で功績賞を受けている会員もいないわけではない。

D. 学会外の著名な賞

業績賞、論文賞は、上に述べたように、数年以内の比較的短期的な評価により授与されてきたし、功績賞は、比較的長期的視点から授与されるが、必ずしも、偉業基準に該当しない受賞も含まれている。

そこで、より広く、長期的視野の中で受賞される学会の外での賞として、ノーベル賞、フランクリン賞、チャールズ・スターク・ドレイパー賞、日本国際賞、京都賞などの国際的な賞をはじめ、文化勲章、文化功労者、日本学士院賞、紫綬褒章、C & C 賞、大川賞、NHK 放送文化賞、朝日賞、高柳健次郎賞等、数十年に及ぶ長期的視点から評価され、本学会に関係する分野では、多くとも毎年1件程度が選ばれるライフワーク的業績に対して授与される著名な賞を参考にした。本学会の中心的テーマである移動無線に対して不可欠な貢献をした、奥村義久会員は、工学のノーベル賞といわれるチャールズ・スターク・ドレイパー賞を受けているが、学会内の賞は受賞されていない。このような例も考慮し、学会外の賞については、広く調査し参考にした。主な賞の受賞者を付表に記載する。

E. 委員・公募推薦

本委員会委員からの推薦に加えて、学会誌（2016年8月号）などで、会員にお知らせしたように、偉業候補を公募し、それら候補について、上記の諸賞などを参考にして、個々に調査し、偉業リストを作成した。

さて、我々は、100年の歴史を懐古趣味的に振り返るだけでなく、過去の偉業から未来へ繋ぐ教訓を読み取らねばならない。例えば、現在、大きな話題となっている深層学習を中心とするAI（人工知能）について言えば、甘利俊一名誉員が1960年代に提案した確率降下学習法、及び、福島邦彦元大阪大学教授によるネオコグニトロンなどの画期的偉業をAIサービス・産業に結びつけることができず、なぜ、今、米国などの後塵を拝さねばならないのか。概して、我が国の産業界は自国の基礎研究成果より海外のそれに目を奪われがちであるが、この点、深刻に反省すべきではないだろうか。AIは、ビッグデータとの連動により、威力を発揮している。「ビッグデータ」と言う言葉は、米国オバマイニシアティブ以来、頻繁に利用されるようになったのだが、喜連川東京大学教授・国立情報学研究所長はその8年前に「情報爆発」という表現を用い、ビッグデータと同じ主旨の大型プロジェクトを文科省科研費特定領域において立ち上げた。日本は後追いばかりではない。ただ、日本人は自ら作り出したものよりも海外からの潮流に乗りたがる願望があるようで、残念である。

日本の研究者は概念提案能力が低いとも言われるが、例えば、サービス工学と言う概念は、榎本肇元会員により、1990年代のIBMより10年以上早く、1980年代に提案されている。工学分野に限られる話ではないが、概念提案能力の問題ではなく、日本から生まれた概念を産業や社会に活かそうとしない文明開化時代の後遺症や国民性に問題があるのかも知れない。偉業の判定基準に、概念提案を加えたのは、このような視点からである。

今後、電子情報通信技術の社会基盤としての役割がますます高まる中で、技術と法制度、倫理・行動様式、経営・管理との共創プロセスを構築していくことが不可欠であろう。そのような意味でも本学会の社会的使命は高まり、概念提案と合わせて社会的システム・アーキテクチャ構築の重要性も増すばかりである。例えば、最近、話題のブロックチェーンは、金融のみならず、医療や行政システム構成に変革をもたらす勢いである。その基本技術は、我々が数十年使い慣れた公開鍵暗号（楕円暗号）による電子署名、ハッシュ関数、そして、欲と二人連れの総当たり計算であるが、これらを結合させて、ブロックチェーンという社会システムを提案した、中本哲史と言う仮名研究者の才能は実に驚嘆に値する。

暗号理論では、専門的説明は省くが、国際会議などで、大きな分野を占めているペアリングと呼ばれる方式がある。これは、境会員・笠原名誉員によって2000年頃、提案された概念であり、英語でも発表されていたが、どういう理由か、その後、数年間は、境・笠原より1年ほど遅れて発表した米国の著者等の方式の名を冠して論じられることが多かった。国際会議の査読も必ずしも公平とは言えない面もあるので、新しいアイディア・概念を着想した際の発表方法

も難しい課題である。また、日本人の論文より、外国人の論文をより多く引用するような習性が我々にあるとすれば、改めねばならない。

このような性向は、明治維新の後遺症と上に述べたが、更に、古く、平安時代、大江惟時が「遠き（漢詩）を尊び、近き（和歌）を卑しむは…」と日観集に記しているところを見ると、残念ながら、我々の遺伝子にしみ込んでいるようにも思われ、よほどの意識改革が求められるのかもしれない。

パネル討論会「100年の偉業を振り返り未来に繋ぐ」について

繰り返しになるが、現在の一時点から、100年間を客観的に公平に振り返り評価することは原理的に不可能であるが、上に述べた基準により、可能な限り客観性を重視して、評価を積み重ねた結果を本冊子に第1部として記載した。本委員会としての独自性の強い評価は差し控えるべきであろうし、各委員の価値観もそれぞれ異なるから、それは、できることではない。しかし、独自の価値観が示されていないのも、100年の偉業をまとめた冊子としてはやや物足りない。そこで、これまで、偉業を成し遂げられた名誉員各位や現職の理事各位をはじめ、産業界のリーダー等、多くの方々にご登壇頂いて、パネル討論会「100年の偉業を振り返り未来に繋ぐ」を、3月29日、及び、4月5日の2回にわたって開催した。日本や本学会が抱える多くの課題や今後のあり方について、貴重な提言を頂いたので、それらをまとめ、本冊子に第2部として掲載した。第1部と合わせて、味わって頂ければ幸いである。

おわりに

研究・開発評価の難しさを痛感した、この1年余りであった。今後、国際標準化までを視野に入れた、評価のあり方について学会としての議論を深めるべきではないだろうか。

くどいようだが100年にわたる本学会の偉業を列挙するという作業は、容易ではなく、昼夜問わずメールを飛び交わせる中での、永妻、石川両調査理事をはじめ委員・執筆者各位の1年半に及ぶ、献身的努力に深く感謝するとともに、敬意を表する次第である。また、ご支援頂いた、創立100周年記念事業実行委員会委員各位、及び、事務局の皆様には厚くお礼申し上げます。

最後に、本学会を活躍の舞台として生み出された、ノーベル賞や日本国際賞などの誇るべき偉業を、付表して示しておくので、参照されたい。

付表 学会外の著名な賞の受賞者

	受賞者	ノーベル賞	フランクリン賞	チャールズ・スターク・ドレイパー賞	文化勲章	文化功労者	日本国際賞	京都賞
1	赤池弘次							○
2	赤崎 勇	○		○	○	○		○
3	天野 浩	○			○	○		
4	甘利俊一					○		
5	荒川文六					○		
6	安西祐一郎					○		
7	飯島澄男		○		○	○		
8	伊賀健一		○					
9	猪瀬 博				○	○		
10	井深 大				○	○		
11	岩崎俊一		○		○	○	○	
12	江崎玲於奈	○			○	○	○	
13	岡部金治郎				○	○		
14	岡村総吾					○		
15	奥村善久			○				
16	加藤与五郎					○		
17	金出武雄		○					○
18	茅 誠司				○	○		
19	川上正光					○		
20	熊谷信昭					○		
21	古賀逸策				○	○		
22	斎藤成文					○		
23	坂井利之					○		
24	榊 裕之					○		
25	渋谷元治					○		
26	清水 司					○		
27	霜田光一					○		
28	末松安晴				○	○	○	
29	菅野卓雄					○		
30	瀬藤象二				○	○		
31	高木 昇					○		
32	高橋秀俊					○		
33	高柳健次郎				○	○		
34	武井 武					○		
35	鳥養利三郎					○		
36	長尾 真					○	○	
37	中村修二	○	○	○	○	○		
38	西尾章治郎					○		
39	西澤潤一				○	○		
40	丹羽保次郎				○	○		
41	林 巖雄							○
42	古井貞熙					○		
43	枅岡富士雄					○		
44	三村高志							○
45	森 健一					○		
46	八木秀次				○	○		
47	渡辺 寧					○		

創立 100 周年記念事業実行委員会マイルストーン選定委員会

委員会役職	学会役職	氏名	所属
委員長	元会長	辻井 重男	東京工業大学名誉教授
幹 事	前調査理事	永妻 忠夫	大阪大学
〃	調査理事	石川 悦子	富士通(株)
委 員	前総務理事	小林 岳彦	東京電機大学
〃	総務理事	辻 ゆかり	日本電信電話(株)
〃	前企画理事	山尾 泰	電気通信大学
〃	企画理事	杉山 一雄	(株)NTT ドコモ
〃	元調査理事	川村龍太郎	日本電信電話(株)
〃	元基礎・境界ソサイエティ会長	貴家 仁志	首都大学東京
〃	前基礎・境界ソサイエティ会長	植松 友彦	東京工業大学
〃	元通信ソサイエティ会長	梅比良正弘	茨城大学
〃	前通信ソサイエティ会長	村田 正幸	大阪大学
〃	元エレクトロニクスソサイエティ会長	荒木 純道	東京工業大学名誉教授
〃	前エレクトロニクスソサイエティ会長	大橋 弘美	古河ファイテルオプティカルデバイス(株)
〃	元情報・システムソサイエティ会長	美濃 導彦	京都大学
〃	前情報・システムソサイエティ会長	坂井 修一	東京大学
2015 年度 までの委員	総務理事（当時）	茨木 久	NTT エレクトロニクス(株)
	調査理事（当時）	保田 佳之	ドコモ・テクノロジー(株)

執筆協力者

基礎・境界分野

黒澤 実 (東京工業大学)
高橋俊彦 (新潟大学)
門田道雄 (東北大学)
中静 真 (千葉工業大学)
奥田正浩 (北九州市立大学)
尾上孝雄 (大阪大学)
高橋篤司 (東京工業大学)

通信分野

長 敬三 (千葉工業大学)
澤谷邦男 (東北大学)
榎並和雅 (東京工業大学)

エレクトロニクス分野

小名木伸晃 ((国研)科学技術振興機構)
水本哲弥 (東京工業大学)
前島英雄 (東京工業大学)
中川茂樹 (東京工業大学)
大石泰之 (富士通(株))
岡崎浩司 ((株)NTT ドコモ)
古神義則 (宇都宮大学)
九鬼孝夫 (国士館大学)
金森弘雄 (住友電気工業(株))
重松昌行 (Innovation Core SEI, Inc.)

情報・システム分野

有木康雄 (神戸大学名誉教授)

創立 100 周年記念事業のあらまし

笹瀬 巖

電子情報通信学会創立 100 周年記念
マイルストーン冊子の刊行に当たって

辻井重男

第 1 部

マイルストーン

- 3 マイルストーン一覧表
- 12 A 基礎・境界
- 24 B 通信
- 58 C エレクトロニクス
- 84 D 情報・システム

第 2 部

特別座談会（パネル討論会） 「100 年の偉業を振り返り未来に繋ぐ」

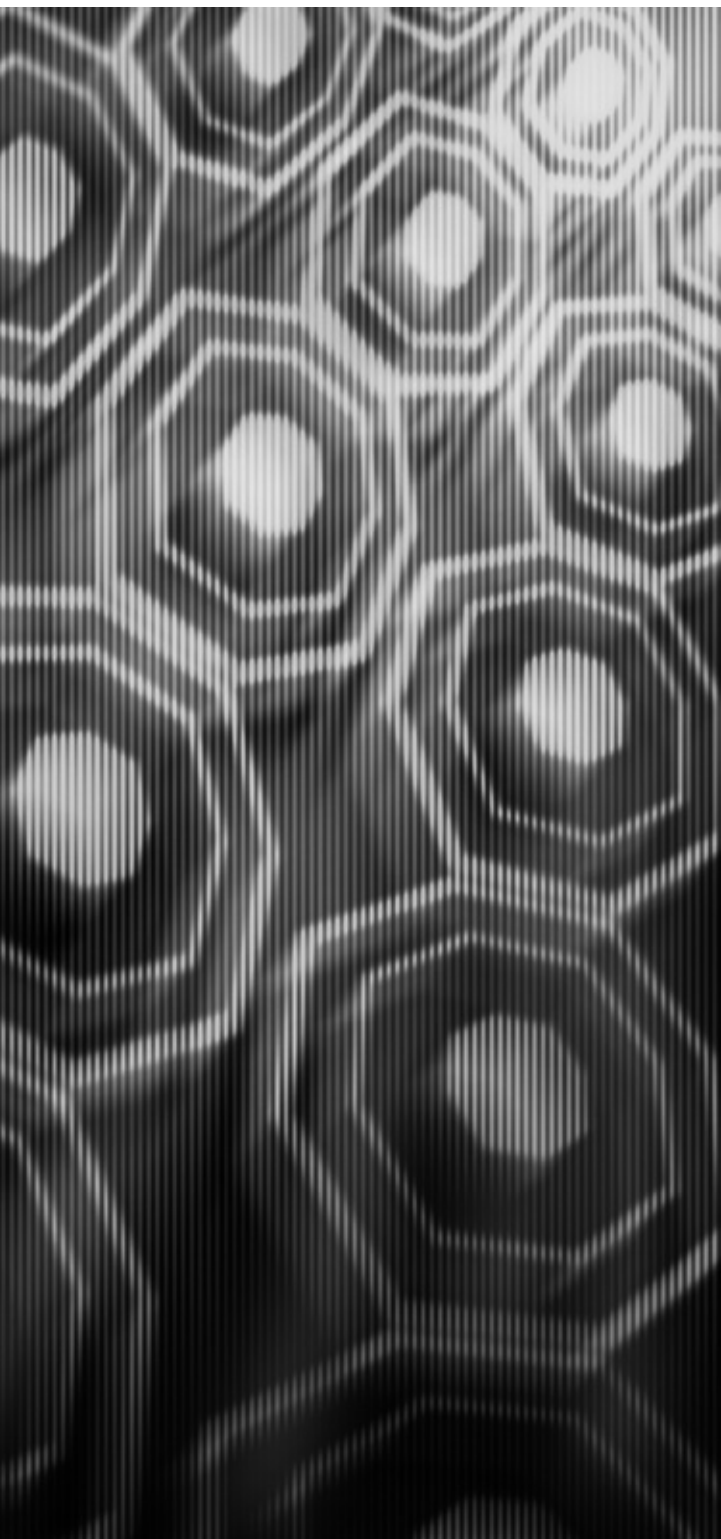
- 107 第 1 回（2017 年 3 月 29 日）
- 108 登壇者からのメッセージ
- 119 特別座談会（パネル討論会）
- 145 第 2 回（2017 年 4 月 5 日）
- 146 登壇者からのメッセージ
- 159 特別座談会（パネル討論会）

あとがき

永妻忠夫・石川悦子

100th
100th Anniversary

輝かせたい
コミュニケーションの
夢・未来
IEICE 100周年



第 1 部

マイルストーン



マイルストーン一覧表

A 基礎・境界

分野	偉業	項番
情報理論	標本化定理	A-1
	通信路容量の計算法	A-2
	多端子情報理論	A-3
	符号化変調方式	A-4
	情報スペクトル理論とその展開	A-5
	情報理論応用	A-6
符号理論	Reed-Solomon 符号とその復号法	A-7
	線形符号の重み構造	A-8
	代数幾何符号	A-9
	ネットワーク誤り訂正符号	A-10
	線形符号による秘密分散法	A-11
アルゴリズム論	アルゴリズムの基礎研究	A-12
	グラフアルゴリズム	A-13
	計算幾何学	A-14
	近似アルゴリズム	A-15
非線形理論	カオス現象の発見	A-16
	非線形システムに関する解析手法	A-17
	精度保証付き数値計算学	A-18
回路とシステム	電子回路理論	A-19
	回路理論	A-20
	伝送回路理論	A-21
	回路とシステム理論	A-22
	回路と情報通信のグラフ・ネットワーク理論的展開	A-23
	酵素トランジスタ回路	A-24
信号処理	ディジタル信号処理	A-25
LSI・論理回路設計	スイッチング回路理論	A-26
	リレー回路理論	A-27
	VLSI の設計自動化手法	A-28
	動作記述と高位論理合成	A-29
	クロック配線方法	A-30
	システム LSI アーキテクチャ設計技術	A-31

弾性波フィルタ技術	エネルギー閉じ込め形フィルタ	A-32
	弾性表面波フィルタ	A-33
音響技術	音響エコーキャンセラ	A-34
新概念	デルタ・シグマ変調	A-35
	知的学習を実現する神経回路ネットワーク	A-36
	情報幾何学	A-37
	サービス工学	A-38
	行為を通じた学習に基づく認知科学	A-39
	統計的機械学習	A-40
暗号と情報セキュリティ	暗号理論・方式	A-41
	暗号解析・安全性	A-42
	国際標準暗号	A-43
	情報セキュリティに対する総合的対策	A-44

マイルストーン一覧表

B 通信

分野	偉業	項番
線路	PON を用いトリプルプレイサービス	B-1
	重信装荷ケーブル及び装荷線輪による長距離電話網	B-2
	無装荷ケーブルによる長距離伝送	B-3
	市内 PEF-P, CCP ケーブルによる電話網の大量開通	B-4
交換	クロスバ交換機	B-5
	電子交換機	B-6
	デジタル交換機	B-7
	通信網設計理論	B-8
	統合型ノード	B-9
	コンピュータネットワークのモデル化と性能評価	B-10
	超高速パケットネットワークとネットワーク制御技術	B-11
	自動交換機	B-12
	次世代ネットワーク (NGN)	B-13
伝送	多相変位法による多重電信方式	B-14
	同軸 FDM 伝送方式	B-15
	同軸 PCM 通信方式	B-16
	単一モード光伝送方式	B-17
	デジタルコヒーレント光伝送方式	B-18
	テラビット WDM 光増幅中継伝送方式	B-19
	新同期インタフェースを適用した伝送システム	B-20
	光周波数分割多重 (光 FDM)	B-21
	フォトニックトランスポートネットワーク	B-22
	10 テラビット級 OTN 基盤技術	B-23
	超高速 OTDM 技術	B-24
	光ソリトン伝送技術	B-25
	光 CDMA ネットワーク	B-26
	写真電信送信機	B-27
	クロサワタイプライター：国産和文印刷電信機	B-28
	テレックスサービス開始：加入電信宅内装置	B-29
	エラスティック光ネットワーク技術	B-30
無線	宇宙通信技術	B-31
	観測ロケットのテレメータ	B-32

	準ミリ波帯衛星通信技術	B-33
	20GHz 帯デジタル無線中継方式	B-34
	低消費電力マイクロ波通信方式	B-35
	デジタル変調の基礎的研究	B-36
	フェイズドアレーアンテナ	B-37
	自動車電話方式	B-38
	高感度電波望遠鏡技術	B-39
	ミリ波技術の基礎的研究	B-40
	国際衛星通信用アンテナ	B-41
	核融合におけるプラズマ中のアンテナと電磁放射	B-42
	デジタル移動通信の黎明期における基礎的研究	B-43
	警察用デジタル移動無線	B-44
	移動体衛星通信システム	B-45
	アンテナの高度化技術	B-46
	第2世代デジタル移動通信システム	B-47
	パーソナルハンディホンシステム	B-48
	SS/TDMA 衛星通信方式	B-49
	ブロードバンド無線 LAN 技術	B-50
	移動体 FM 多重放送	B-51
	スペクトル拡散通信技術	B-52
	デジタル移動無線技術の高度化	B-53
	第3世代デジタル移動通信 (IMT2000 : International Mobile Telecommunication 2000)	B-54
	第4世代デジタル移動通信 (LTE : Long Term Evolution)	B-55
	マイクロ波無線中継方式	B-56
	ポケベル技術：最初のマス向けワイヤレスサービス	B-57
	八木・宇田アンテナ	B-58
	自己補対アンテナ	B-59
	TYK 無線電話機	B-60
	富士山レーダ	B-61
	MU レーダ	B-62
	狭域通信 (DSRC) の多目的利用を実現する通信基盤	B-63
	依佐美送信所	B-64
	アンテナ設計法の高度化	B-65
	IrDA 標準化	B-66

	ベルリンオリンピックにて日独間無線写真電送の成功，東京・八丈島（富士山中継）の超短波多重回線の開設	B-67
	秘匿通信のための位相変調方式	B-68
	電波伝搬における電離層の研究	B-69
	超音波振動装置	B-70
	超短波電波による無線多重電話方式	B-71
情報処理	全国地方銀行協会データ通信システム	B-72
	万国博データ通信システム	B-73
	科学技術計算データ通信システム“DEMOS”	B-74
	国際テレックス電子交換システム	B-75
	電子番号案内方式	B-76
	OSI 通信システム	B-77
	知的情報通信システム設計法	B-78
	国際インターネット接続，日本初のポータルサイト構築	B-79
	高圧縮率音声符号化のための線スペクトル対（LSP）方式	B-80
放送	放送システムの高度化技術	B-81
	テレビジョン多重放送方式	B-82
	ゴースト対策技術	B-83
	テレビジョン同期放送方式	B-84
	衛星デジタル放送	B-85
	地上デジタル放送	B-86
	次世代 IPTV 技術	B-87
	テレビ技術のパイオニア	B-88
	デジタル映像の符号化技術と伝送装置	B-89
	HTML5 を用いた放送通信連携システム“Hybridcast”	B-90
	直接衛星放送技術	B-91
	カラーテレビ信号高能率デジタル伝送技術	B-92
	実写ベースバーチャルスタジオ	B-93
先端技術	電磁両立性（EMC）技術	B-94
宅内	卓上電話機	B-95
	ファクシミリ	B-96
	通信標準装置	B-97
	磁気カード式公衆電話	B-98

マイルストーン一覧表

C エレクトロニクス

分野	偉業	項番
電子材料	半導体材料の成長技術	C-1
	ウルトラクリーン化技術と次世代半導体生産技術の研究	C-2
	結晶の格子欠陥直視装置開発	C-3
	半導体パッシベーション技術	C-4
電子部品	水晶振動子の発明	C-5
	放電管と超極短波発生に関する独創的研究	C-6
	多極真空管	C-7
	トンネルダイオードの先駆的研究	C-8
	静電誘導電界効果トランジスタ（SIT）に関する研究	C-9
	半導体デバイスの提案	C-10
	陽極分割磁電管	C-11
機構部品	3D プリンターの先駆的研究	C-12
	高信頼リードスイッチ	C-13
センサ・アクチュエータ	半導体イオンセンサの基礎研究	C-14
デジタル集積回路 記憶装置	集積回路技術の先駆的研究	C-15
	集積回路技術の実用化（プロセッサ，DRAM）	C-16
	デジタル CMOS 研究開発	C-17
	アナログ CMOS 研究開発	C-18
	人工網膜 LSI の概念創出とその事業化	C-19
	世界初の大容量 EEPROM 製品化と同技術の IC カードマイコンへの展開	C-20
	DVD 開発と規格化	C-21
磁気記録	垂直磁気記録	C-22
	磁性薄膜メモリ	C-23
	磁気録音技術	C-24
	1/2 インチデジタル VTR	C-25
電子ビーム	電子顕微鏡	C-26
化合物半導体	高電子移動度トランジスタ（HEMT）の開発	C-27
	量子効果デバイスの先駆的研究	C-28
マイクロ波	広帯域電波吸収体の先駆的研究	C-29
	マイクロ波パワーアンプの高性能化	C-30
	テラヘルツ波無線の先駆的研究	C-31

	超小型無線 IC タグ技術の開発と実用化	C-32
	誘導体材料測定技術	C-33
	衛星放送用 SHF 帯受信機	C-34
	移動体通信用電力増幅器モジュールの開発	C-35
	漏洩同軸ケーブルの開発および実用化	C-36
光回路	光変調器の先駆的研究	C-37
	光集積回路の先導的研究	C-38
	平面光波回路に関する研究開発	C-39
	ハイブリッド光集積に関する研究開発	C-40
	ナノフォトリソの創造とその先導研究	C-41
発光素子	通信用半導体レーザの開発と実用化	C-42
	面発光半導体レーザの先駆的研究	C-43
	青色発光ダイオードの先駆的研究	C-44
光ファイバ	光ファイバ基礎技術	C-45
	光ファイバケーブル化技術	C-46
	光ファイバ接続・コネクタ	C-47
	光ファイバ開発	C-48
	希土類添加光ファイバ増幅器	C-49
電子ディスプレイ	大面積高精細ディスプレイの開発	C-50
	インテグラル立体テレビの先導的研究	C-51
センシング	圧縮センシングによる地中レーダの地雷検出	C-52

マイルストーン一覧表

D 情報・システム

分野	偉業	項番
音声認識とその実用化	音声認識	D-1
	音声認識の実用化	D-2
音声合成	音声合成	D-3
音声符号化	音声符号化	D-4
音声技術の新展開	音声の携帯端末への展開	D-5
	音声のユニバーサルデザイン	D-6
音響処理	音響処理	D-7
映像の符号化と標準化	映像符号化	D-8
	映像符号化と標準化	D-9
高解像度映像	高品位テレビ	D-10
	4 K デジタルシネマ	D-11
画像圧縮	ベクトル量子化	D-12
画像符号化	画像符号化	D-13
	知的画像符号化	D-14
画像映像処理	画像映像処理	D-15
3次元データ	立体視	D-16
	3D デジタルアーカイブ	D-17
パターン認識	パターン認識	D-18
	文字認識システム	D-19
自然言語処理	機械翻訳	D-20
	日本語入力	D-21
	文書処理におけるH I	D-22
	言語サービス基盤	D-23
データベース	データベースシステム	D-24
	音・映像信号の高速検索技術	D-25
生体情報による個人認証	指紋認証	D-26
	静脈認証	D-27
生体情報処理	生体情報処理	D-28
プライバシー保護	携帯端末でのプライバシー保護	D-29
汎用計算機	パラメトロン計算機	D-30
	黎明期のコンピュータからメインフレームへ	D-31
	マイコントレーニングキット TK80	D-32

	Intel4004 とその後継プロセッサ	D-33
スーパーコンピュータ	スーパーコンピュータの研究開発	D-34
	天文学のための専用スーパーコンピュータ GRAPE	D-35
専用計算機	ELIS/TAO	D-36
	信号処置・画像処理プロセッサ	D-37
	局所並列画像処理装置	D-38
	CAD マシン	D-39
公共情報システム	警察情報システム	D-40
	マルチアプリケーション IC カード向け情報流通プラットフォーム	D-41
	新幹線情報通信システム	D-42
	国鉄旅客用システム	D-43
	世界市場に対応可能な汎用紙幣識別装置	D-44
新概念・新市場の開拓	C & C	D-45
	TRON	D-46
	第五世代コンピュータ	D-47
	ファミリーコンピュータ	D-48

情報理論

標本化定理

通信路容量の計算法

多端子情報理論

符号化変調方式

情報スペクトル理論とその展開

情報理論応用

情報理論は1948年にシャノン（Shannon）によって創始され、我が国にも戦後まもなくこの新しい学問が伝わり、本学会でも1952年にインフォメーション理論研究会が設置された。

我が国におけるこの分野での最初の成果は、1948年に染谷が発表した標本化定理である。標本化定理を情報の伝送や信号処理に結びつけたのはシャノンが最初であるが、我が国でも同時期に同様な成果が得られていたことは特筆に値する。デジタル信号処理の実用化が始まった80年代に入ってから、標本化定理は広く研究されるようになり、過去の標本値のみを用いた標本化定理などが提案されている。一方、シャノンの枠組みの情報理論における最初の世界的な業績としては、有本が1972年に開発した通信路容量の反復的計算法が挙げられる。

70年代に入ると、複数の情報源あるいは複数の入出力を有する通信路の符号化問題を取り扱う多端子情報理

論が欧米で発展した。我が国における多端子情報理論の研究は、70年代の後半から韓らによって行われ、干渉通信路の達成可能領域、甘利による複数の情報源の符号化結果を利用した統計的推論問題、植松による相関を有する複数の情報源に対する符号構成法などが、当該分野の発展に多大な貢献をした。また、77年に今井と平川は、誤り訂正符号を用いた多値変調方式を提案し、符号化と変調を一体化して取り扱う符号化変調方式の先駆けとなった。

90年代には、非定常あるいは非エルゴードな情報源や通信路における情報理論の枠組みとして、情報スペクトルの理論が韓によって提案され、情報スペクトル的手法における基本的な情報量などについて現在も活発な研究が続けられている。最近では、電力パケットのエネルギー表現の漸近的性質について情報理論を応用するなど、新たな分野での研究も行われている。

文 献

A-1 標本化定理

- (1) 1975年度 電子通信学会 功績賞 染谷勲
- (2) 1982年度 電子通信学会 論文賞 岸源也、坂庭好一「最小エネルギー条件を用いた標本化定理の一形式」

A-2 通信路容量の計算法

- (3) 1974年 IEEE Information Theory Society Paper Award, 有本卓「An algorithm for computing the capacity of arbitrary discrete memoryless channels」
- (4) 有本卓, 現代情報理論, 電子通信学会, 東京, 1978.

A-3 多端子情報理論

- (5) 2010年 IEEE Information Theory Society Claude E. Shannon Award, 韓太舜
- (6) 韓太舜, 小林欣吾, “干渉通信路研究の潮流,” IEICE Fundamentals Review, vol.8, no.4, pp.229-243, Apr. 2015.
- (7) 1986年度 電子通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 甘利俊一「情報縮約と統計的推論」
- (8) 2007年度 電子情報通信学会 業績賞 植松友彦「情報理論における符号構成法に関する先駆的研究」

A-4 符号化変調方式

- (9) 平川秀治, 今井秀樹, 宮川洋, “多レベル符号化法のAPK方式への適用,” 信学論 (A), vol.J60-A, no.12, pp.1130-1137, Dec. 1977.
- (10) 1998年 IEEE Information Theory Society Golden Jubilee Paper Award, 今井秀樹, 平川秀治「A new multilevel coding method using error-correcting codes」

A-5 情報スペクトル理論とその展開

- (11) 2003年度 電子情報通信学会 業績賞 韓太舜「情報スペクトル理論の創始とその展開」
- (12) 2012年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 古賀弘樹「Four limits in probability and their roles in source coding」

A-6 情報理論応用

- (13) 2014年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 縄田信哉, 高橋亮, 引原隆士「電力パケットによるエネルギー表現の漸近的性質」

符号理論

Reed-Solomon 符号とその復号法

線形符号の重み構造

代数幾何符号

ネットワーク誤り訂正符号

線形符号による秘密分散法

情報理論における通信路符号化問題において、誤り訂正符号の構成法、復号法ならびに符号の性能限界を研究するのが符号理論であり、1950年代の後半から専門的に研究されるようになった。

我が国における符号理論の研究は1950年代から始まり、その中でも有本による Reed-Solomon (RS) 符号の発明は世界に誇る成果である。有本による発明は Reed と Solomon とは独立であり、彼らによる符号の発明のわずか1年後であった。RS 符号に関しては、75年に杉山らが発明したユークリッド復号法もまた世界的な業績であり、後に RS 符号の復号 LSI でも利用され、RS 符

号の実用化に貢献した。

嵩による線形符号の重み分布を始めとする符号の構造の解析と、そこから出てきた嵩系列と呼ばれる拡散系列は、60年代の重要かつ特筆すべき業績で、後に第3世代 W-CDMA システムに採用された。

80年代以降では、RS 符号を一般化した代数幾何符号の統一的構成法、ネットワーク符号化におけるリンクでの誤りを訂正できるネットワーク誤り訂正符号、線形符号を利用した秘密分散法の性能解析などが世界的な業績である。

文 献

A-7 Reed-Solomon 符号とその復号法

- (1) 有本卓, “p 元群符号系の符号化, 復号化と誤りの訂正機構”, 情報処理, vol.2, no.6, pp.320-325, 1961.
- (2) Y. Sugiyama, M. Kasahara, S. Hirasawa and T. Namekawa, “A method for solving key equation for decoding Goppa codes,” Information and Control, vol.27, no.1, pp.87-99, Jan. 1975.
- (3) 1993 年度 電子情報通信学会 業績賞 笠原正雄, 平澤茂一「誤り訂正符号の構成と復号法に関する研究」

A-8 線形符号の重み構造

- (4) 1986 年度 電子通信学会 業績賞 嵩忠雄「線形符号の重み構造に関する研究」
- (5) 1999 年 IEEE Information Theory Society Claude E. Shannon Award 嵩忠雄

A-9 代数幾何符号

- (6) 1991 年度 電子情報通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 神谷典史, 三浦晋示, 今井秀樹「任意の平面曲線上に符号を構成する方法」

A-10 ネットワーク誤り訂正符号

- (7) 2007 年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 松本隆太郎「Construction algorithm for network error-correcting codes attaining the Singleton bound」

A-11 線形符号による秘密分散法

- (8) 2013 年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 栗原淳, 植松友彦, 松本隆太郎「Secret sharing schemes based on linear codes can be precisely characterized by the relative generalized Hamming weight」

アルゴリズム論

アルゴリズムの基礎研究

グラフアルゴリズム

計算幾何学

近似アルゴリズム

アルゴリズムに関する研究は日本でも盛んに行われ、多くの世界的な知見が発表されている。都倉は VLSI アルゴリズムの研究に早くから着目し、分散アルゴリズムや並列アルゴリズムなどについての基礎的な研究ならびに種々のアルゴリズムの可視化を行った。

一方、グラフアルゴリズムに関して、1980 年代に西関と周は、平面グラフに関する理論を展開しアルゴリズムを効率化するとともに、グラフ描画についてのアルゴリズム研究を世界で最初に開拓した。また茨木と永持は、1990 年代にグラフの森分解を発見し、これに基づ

き最大流を経由せずに最小カットを計算するアルゴリズムを構築し、理論的なブレイクスルーを与えた。

伊理らは、1980 年頃にユークリッド平面上の図形を計算機で効率的に処理するアルゴリズムを研究する「計算幾何学」と呼ばれる分野の研究を我が国で推進し、地理的情報を効率的に処理する標準的技法を確立した。

最近では、NP 困難問題として知られる安定結婚問題に対し、近似解と最適解との比が 2 よりも小さい画期的な近似アルゴリズムが岩間らによって提案された。

NP: Non-deterministic Polynomial time

文 献

A-12 アルゴリズムの基礎研究

- (1) 1990 年度 電子情報通信学会 業績賞 都倉信樹「新しいアルゴリズムの研究」

A-13 グラフアルゴリズム

- (2) 2007 年度 電子情報通信学会 業績賞 西関隆夫、周暁「効率的離散アルゴリズム設計の先駆的研究」
 (3) 2009 年度 電子情報通信学会 業績賞 茨木俊秀、永持仁「グラフアルゴリズムの革新とアルゴリズム工学への展開」

A-14 計算幾何学

- (4) 中森真理雄、伊理正夫，“地理情報の処理（新技術アラカルト）,” 信学誌, vol.61, no.12, pp.1336-1337, Dec. 1978.
 (5) 1998 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 杉原厚吉、今井敏行、畑口剛之「図形の可逆なミンコフスキー和の提案」

A-15 近似アルゴリズム

- (6) 2006 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 岩間一雄、宮崎修一、岡本和也「Approximation algorithm for the stable marriage problem」

非線形理論

カオス現象の発見

非線形システムに関する解析手法

精度保証付き数値計算学

非線形問題の分野において、上田による 1961 年のカオスの発見は後に数学、物理、化学の基礎科学から工学への応用まで世界的に大きな影響を与えた。このカオスの発見に関して、上田は物理現象としてのカオスをアナログ回路実験により科学的に特定した。その論証を発表したのが本会論文誌である。

非線形システムに関する解析手法として、堀内は、各種非線形システムの大域的特性を解析するための理論体系を非線形関数解析の立場から構築した。また堀内と遠藤は、不確定性を有するシステムに対して、ファジー写

像を用いた独創的な解析理論を提案し、システムの信頼性・安全性に関する研究を発展させた。一方、大石は、非線形微分方程式の境界値問題の計算機援用解析という新しい研究の方向を与えた。

その後、大石は、数値計算学の分野において、数学的に正しい結果を得ることは現実的には非常に困難であると思われていた常識を打ち破り、近似計算とほぼ同じ計算量で方程式の解の存在を証明し、かつ数値計算によって、必要な桁まで正しく計算されていることを保証する精度保証付き数値計算学を確立した。

文 献

A-16 カオス現象の発見

- (1) 林千博, 上田暁亮, 赤松則男, 板倉秀清, “周期的外力を加えた自励振動系の動作,” 信学論 (A), vol.53-A, no.3, pp.150-158, Mar. 1970.

A-17 非線形システムに関する解析手法

- (2) 1980 年度 電子通信学会 業績賞 堀内和夫「非線形システムに対する関数解析的解析手法の開発」
- (3) 1993 年度 電子情報通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 堀内和夫, 遠藤靖典「A mathematical theory of system fluctuations using fuzzy mapping」
- (4) 1994 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 大石進一「Two topics in nonlinear system analysis through fixed point theorems」

A-18 精度保証付き数値計算学

- (5) 2015 年度 電子情報通信学会 業績賞 大石進一「精度保証付き数値計算学の先駆的研究」

回路とシステム

電子回路理論

回路理論

伝送回路理論

回路とシステム理論

回路と情報通信のグラフ・ネットワーク理論的展開

酵素トランジスタ回路

本学会に回路網研究会が発足したのは1955年である。戦後10年のこの時期に、すでに研究会の主要メンバーにより古典的回路理論に関する多くの成果が得られていた。川上は四端子回路論により電子回路の体系的な取り扱いを可能とした。佐藤、斎藤らは分布定数回路の設計理論の確立と体系化に大きく貢献した。尾崎は多変数正実関数の概念を導入し、古賀は多変数回路および時変回路構成において多くの有用な結果を得た。彼らの結果は集中定数素子と分布定数素子の混在する回路の取り扱いを可能にするものであった。大野はフィルタ設計の一般論として受動多端子対網合成論を完成した。渡部は膨大な数値計算を必要とするフィルタの設計のために、パラメトロンを用いた科学技術用計算機を開発した。平山は線形活性回路、すなわちトランジスタ等の能動素子を含む回路の解析に関する先駆的な研究を行い、岸は回路中のエネルギーという観点から多端子対回路の保存量という概念を確立した。両名はその後回路網トポロジー（グ

ラフ理論）研究の先鞭をつけた。また、藤澤は回路とシステムの設計手法および品質管理に関する理論と手法を確立した。

1960～70年代は集積回路と計算機の発展が目覚ましい時代であった。柳澤は能動伝送回路網の構成の基礎理論の確立、モノリシック集積回路化など先駆的な成果を挙げた。回路解析もアルゴリズムの効率性が重要になってきた。大附は回路解析における独立変数の最小化法、区分的線形抵抗回路解析法などを開発した。伊理は回路理論だけでなく、ネットワーク理論、組合せ論、マトロイド論など、情報科学の基礎研究に幅広く貢献した。

1980年以降には篠田、仙石によるネットワークのロケーション理論など、回路理論以外の分野の成果も現れた。また、バイオコンピューティングなど、非電子的計算の研究も現れてきた。青木、平塚、樋口による酵素トランジスタ回路はそのような新たなシステムの1つである。

文 献

A-19 電子回路理論

- (1) 1958年度 電気通信学会 著述賞 川上正光「電子回路Ⅰ～Ⅴ」共立出版
- (2) 川上正光, “素回路網の展望,” 信学誌, vol. 38, no. 4, pp.320-323, Apr. 1955.
- (3) 1970年度 電子通信学会 功績賞 川上正光
- (4) 1985年度 電子通信学会 業績賞 柳澤健「能動伝送回路網の設計理論の確立と実用化」

A-20 回路理論

- (3) 1975年度 電子通信学会 業績賞 尾崎弘「新しい回路網理論の体系化」
- (4) 大野克郎 IEEE Gustav Kirochhoff Award, “For fundamental contributions to the foundation of classical circuit theory,” 2015; 抵抗終端リアクタンス回路網群による一般多端子網の構成理論, 電子通信学会雑誌, vol. 29, no. 3, pp.82-87, Mar. 1946.
- (5) 1980年度 電子通信学会 功績賞 平山博
- (6) 平山博, “エサキダイオード多重同時回路,” 信学論 (C), J53-C, no. 2, pp.96-102, Feb. 1970.
- (7) 1987年度 電子情報通信学会 業績賞 古賀利郎「多変数回路および時変回路構成に関する研究」

A-21 伝送回路理論

- (8) 1983年度 電子通信学会 功績賞 佐藤利三郎
- (9) 1979年度 電子通信学会 著述賞 虫明康人, 佐藤利三郎, 清水洋「通信工学基礎論」, 丸善
- (10) 1989年度 電子情報通信学会 業績賞 斎藤伸自「分布定数回路合成理論の体系化」
- (11) 渡部和 IEEE Gustav Kirochhoff Award, “For pioneering contributions to filter design theory and computer-aided circuit design,” 2010; A Basic Theory of Information Network, IEICE Trans. Fundamentals, vol. E76-A, no. 3, pp.265-276, Mar. 1993.

A-22 回路とシステム理論

- (12) 1980年度 電子通信学会 業績賞 岸源也「回路網理論に関する基礎的研究」
- (13) 1989年度 電子情報通信学会 功績賞 岸源也

- (14) 1983 年度 電子通信学会 業績賞 藤澤俊男「回路とシステムの設計手法に関する基礎的研究」
- (15) 1988 年度 電子情報通信学会 業績賞 伊理正夫「ネットワークの理論とその回路設計への応用に関する研究」
- (16) 1994 年度 電子情報通信学会 業績賞 大附辰夫, 後藤敏「VLSI の設計法と基礎理論に関する研究」
- (17) 大附辰夫, “回路網解析と位相幾何学的自由度”, 信学論 (A), vol. J51-A, no. 6, pp. 238-245, Jun. 1968.

A-23 回路と情報通信のグラフ・ネットワーク理論的展開

- (18) 2004 年度 電子情報通信学会 業績賞 篠田庄司, 仙石正和「回路と情報通信のグラフ・ネットワーク理論的研究への先駆的貢献」

A-24 酵素トランジスタ回路

- (19) 1996 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 樋口龍雄, 平塚眞彦, 青木孝文「酵素トランジスタ回路の解析と設計」
- (20) 樋口龍雄, 平塚眞彦, 青木孝文, “酵素トランジスタ回路の解析と設計”, 信学論 (A), vol. J79-A, no. 5, pp.1073-1081, May. 1996.

▶ A-25

ディジタル信号処理

現代の信号処理は、観測データから情報を引き出すための共通原理とアルゴリズムを創造し、応用するための総合科学へ進化を遂げている。日本において信号処理に関する研究が本格的に開始されたのは、情報理論の創始者シャノン (Shannon) と染谷勲による標本化定理の再発見 (1948 年) 以降のことである。60 年代中期の高速フーリエ変換法 (FFT) の発明 (Cooley-Tukey 1965) はディジタル信号処理の応用範囲の拡大のきっかけとなった。特に、70 年代後半から始まった情報のディジタル化は、ディジタル信号処理の研究を後押しすることとなり、電子通信学会回路網理論研究会 (1955 年 5 月発足) や「回路とシステム研究会 (1980 年発足)」においてディジタル信号処理は一大研究分野となった。辻井重男は、ディジタルフィルタの設計・構成論において顕著な業績を残した。さらに、エコーキャンセラや自動等

化器等の適応型ディジタル信号処理アルゴリズム等に関する独創的な研究を行い、多大な貢献をした。

1988 年 4 月にはディジタル信号処理研究会 (2004 年 4 月に信号処理研究会に名称変更) が発足した。ディジタルフィルタは、ウェーブレット変換を起点として、フィルタバンクへと発展し、80 年代後半から 90 年代にかけて理論体系が整備され、画像符号化等の発展に大きく寄与した。2000 年代からは、スパース信号表現・圧縮センシング・独立成分分析など高次統計量に基づく信号処理が発展した。これらの発展において、凸最適化を中心とした最適化法が重要な役割を果たしている。山田功は、早くから信号処理における最適化問題の研究に取り組み、非拡大写像の不動点集合上の凸最適化問題、凸関数列の漸近的最小化問題などを解決し、世界的な業績となっている。

文 献

- (1) 1984 年度 電子通信学会 業績賞 辻井重男「ディジタル信号処理に関する基礎的研究」
- (2) 2009 年度 電子情報通信学会 業績賞 山田功「非拡大写像の不動点近似に基づく信号処理方式とその応用に関する先駆的研究」

LSI・論理回路設計

スイッチング回路理論

リレー回路理論

VLSI の設計自動化手法

動作記述と高位論理合成

クロック配線方法

システム LSI アーキテクチャ設計技術

半導体は「産業の米」と称され、1958年にキルビーによって集積回路が発明されて以降、その製造技術の急速な進展に伴い、継続的に大規模複雑化が進んでいる。この進展を支えてきた技術は多種多様であるが、なかでも設計技術、特に計算機援用による設計自動化技術は重要な役割を果たしてきた。本会では、回路網理論研究専門委員会（現、回路とシステム研究会）や電子計算機研究専門委員会（現、コンピュータシステム研究会）などで活発に議論され、1987年にはVLSI設計技術研究会が設置されている。

論理設計の源流は1930年代にまで遡る。1936～37年に中嶋と榛澤は、現在の論理設計の基礎となるスイッチング回路理論を世界に先駆けて発表した。1940年代に入り、大橋はスイッチング回路理論を時間遅れを考慮したリレー回路理論に発展させた。

1970年代以降、大規模集積回路の設計技術は、人手設計入力の合理化から自動設計へ、下流工程の合理化から上流工程、より抽象的のレベルへ進展した。大附、後藤らや、白川らは、グラフ理論やネットワーク理論、組合せ論などのアプローチにより、回路シミュレーション、レイアウト設計、論理設計を自動に行う手法を先駆的に確立した。

大規模な回路データや制約条件を伴うLSI設計は、

しばしば理論的に最適解を求めることが困難なクラスの問題を包含している。原田は、マスタスライス方式LSIの配置設計を統計力学的観点で求める新しい理論を構築した。

1990年代には、レジスタ転送レベルあるいはより高い抽象度のハードウェア記述から回路を自動合成する技術が開発された。中村、小栗、名古屋らは、抽象度の高いレベルでの動作シミュレーションならびに論理回路の自動合成・最適化を可能とするハードウェア動作記述法と高位論理合成技術を開発した。

枝廣は、LSIの配線設計で特に重要となるクロック配線方式について包括的な研究開発を進め、配線長のバラ付き最小化、配線幅の理論的最適値算出を世界に先駆けて開発した。

2000年代には、高度化した機能を持つシステムを一つのLSIとして実現するシステムLSI技術の研究開発が進められた。安浦、村上らは、DRAM・ロジック混載の並列処理システムLSIアーキテクチャやソフト・コアプロセッサなどの新しい概念を提案し、システムレベルで低消費電力化する手法を開発している。

近年は、多岐にわたる利用環境でもLSIを適切に動作させるための、ばらつき対応設計やディペンダブルLSIに関する研究などが行われている。

文 献

A-26 スwitching回路理論

- (1) 中嶋章，榛澤正男，“継電器回路における短部分路の等価変換の理論（其の一）”，電信電話学会雑誌 165号，pp. 1087-1093，Dec. 1936.
- (2) 中嶋章，榛澤正男，“継電器回路における短部分路の等価変換の理論（其の二）”，電信電話学会雑誌 167号，pp. 212-217，Feb. 1937.

A-27 リレー回路理論

- (3) 1942年度 電気通信学会 秋山・志田記念賞 大橋幹一「継電器回路の記号的計算法・継電器回路網の組成理論」
- (4) 1949年度 電気通信学会 功績賞 大橋幹一

A-28 VLSI の設計自動化手法

- (5) 1994年度 電子情報通信学会 業績賞 大附辰夫，後藤敏「VLSIの設計法と基礎理論に関する研究」
- (6) 1996年度 電子情報通信学会 業績賞 白川功「大規模集積回路の設計自動化手法の先駆的研究」
- (7) 1984年度 電子通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 原田紀夫「LSIの統計力学的配置理論とその応用」

A-29 動作記述と高位論理合成

- (8) 1999年度 電子情報通信学会 業績賞 中村行宏，小栗清，名古屋彰「ハードウェア動作記述法と高位論理合成技術に関する先駆的研究・開発」

A-30 クロック配線方法

- (9) 2007 年度 電子情報通信学会 業績賞 枝廣正人「LSI クロック配線方式の開発」

A-31 システム LSI アーキテクチャ設計技術

- (10) 2001 年度 電子情報通信学会 業績賞 安浦寛人, 村上和彰「システム LSI のアーキテクチャ技術および設計技術の開発」

▶ A-32 ~ A-33

弾性波フィルタ技術 エネルギー閉じ込め形フィルタ 弾性表面波フィルタ

圧電デバイスに関する研究は1880年にピエール(Pierre Curie)とジャック・キュリー(Paul-Jacques Curie)兄弟により、水晶の圧電現象が発見されたことに始まる。本学会では1949年に圧電素子を含み広く超音波に関する科学と技術の研究交流の場として超音波研究会が設置された。

機械共振を利用したフィルタ素子は周波数弁別特性に優れることから、様々な方式が研究開発されている。中でも1965年に尾上らにより発表されたエネルギー閉じ込め形フィルタは、高性能なモノリシックフィルタとして世界に先駆けた研究成果であり、世界市場においても独占的な地歩を築いている。

弾性表面波を用いたフィルタ技術としては、山之内らによるすだれ状電極による弾性表面波の励振が1965年により報告されたことに始まる。同年には、米国のホワイト(White)らもすだれ状電極による励振を報告しており、これらの研究成果が先駆けとなり、弾性表面波フィルタの実用化が1970年代より進んだ。現在では、例えば携帯電話・スマートフォンのフロントエンドには6～19個の弾性表面波フィルタが搭載され、年間130億個(推定)もの素子が製造されるなど、通信システムの中で重要な回路素子技術となっている。近年では、弾性表面波デバイス技術をIoTデバイスやセンサ、アクチュエータに応用する試みも広がっている。

文 献

A-32 エネルギー閉じ込め形フィルタ

- (1) 1975 年度 電子通信学会 業績賞 尾上守夫「エネルギーとじこめ型多重モード圧電フィルタの発明・研究」

A-33 弾性表面波フィルタ

- (2) 1994 年度 電子情報通信学会 業績賞 山之内和彦, 佐藤弘明, 児玉利一「弾性表面波フィルタの開発と実用化」

音響エコーキャンセラ

音響技術は、1876 年と 1877 年の電話（ベル（Bell））と蓄音機（エジソン（Edison））を起点として、電話の発展やオーディオ装置の発展に伴って進化してきた。

大きな転換点はデジタル信号処理技術の導入であった。音がデジタル化されたことで、畳み込み演算・フーリエ変換をリアルタイムで実行できるようになり、様々な応用が実用化された。80 年代後半には、音響エコーキャンセラが、大幅に通話品質を向上させることに成功し、電話会議やテレビ会議が広く普及するきっかけとなった。原理は 1960 年代に米国のベル研究所によって提案されていたが、実用化に向けては適応アルゴリズムやダブルトーク制御技術の研究が必要であった。国内では牧野らによって指数減衰ステップサイズパラメータ法が提案され、音響エコーキャンセラの発展に寄与した。

90 年代に入り、騒音を逆位相の音によって抑制するアクティブノイズコントロールに音響のデジタル処理が応用された。現在、これらはコンサートホールや車室内における騒音制御、ヘッドフォンなどに用いられている。

また、残響除去、音源分離などを目標として、マイクロフォンアレイやスピーカアレイに代表される音響アレイ処理技術も研究が行われてきた。音源分離の研究においては線形処理のみならず、独立成分分析、非負値行列因子分解、深層学習など統計的信号処理および機械学習に基づく研究が現在も進んでいる。一方で、音の再生においては、物理音響を基礎に持つ波面合成技術や Ambisonics など脚光を浴びており、自然であたかも対面しているかのような高臨場感な音の蓄積・伝送をめざした研究が現在も行われている。

文 献

- (1) 1996 年度 電子情報通信学会 業績賞 牧野昭二, 羽田陽一, 小島順治「シームレス音響環境を実現する高性能エコー消去方式の先駆的研究」

デルタ・シグマ変調

安田が 1961 年に通信方式の一種として提案したデルタ・シグマ変調は、高精度、高安定度、入力信号周波数によらずダイナミックレンジが一定であること等、当初から A-D 変換器としては望ましい特徴を持つことが示

唆されていた。その後、デジタル信号処理技術と LSI 技術の発展に支えられ、世界中で本方式の研究開発が活発化し、最近では高精度 A-D 変換方式の主流となっている。

文 献

- (1) 1962 年度 電気通信学会 論文賞 猪瀬博, 安田靖彦, 村上純造「符号化変調による一通信方式・ $\Delta \cdot \Sigma$ 変調」

知的学習を実現する神経回路ネットワーク

福島が提唱したネオコグニトロンという多層の神経回路網に、後に誤差逆伝播法として再発見された甘利の提唱した確率降下学習法を組み合わせ得られた学習機械

がニューラルネットワークであり、最近の深層学習による画像認識の目覚ましい性能改善は、これらの基礎概念なしに考えることはできなかった。

文 献

- (1) 1975 年度 電子通信学会 論文賞 福島邦彦「自己組織機能を持つ多層回路」
 (2) 甘利俊一, “学習識別の理論,” 信学誌, vol.50, no.7, pp.1272-1279, Jul. 1967.

情報幾何学

情報幾何学は、確率分布の集合が持つ微分幾何学的性質について論ずる分野である。情報幾何学を基盤とし、高次漸近論、仮説検定をはじめ、機械学習において重要な EM アルゴリズム、確率伝搬法、独立成分分析、ユニバーサルデータ圧縮などの情報科学の諸問題の持つ微

分幾何学的構造が考察され、世界的に多くの研究者に新たな見方を提供した。情報幾何学の特徴ある性質は、数理科学の対象としても多くの関心を集め、その影響範囲を広げている。

文献

- (1) 甘利俊一, “情報幾何学の基礎,” 信学論 (A) vol.J66-A, no.6, pp.492-499, Jun. 1983.
- (2) H. Nagaoka and S. Amari, “Differential geometry of smooth families of probability distributions,” Technical Report METR 82-7, Dept. of Math. Eng. and Instr. Phys., Univ. of Tokyo, 1982.
- (3) 甘利俊一, 長岡浩司, “情報幾何の方法,” 岩波講座応用数学, 岩波書店, 1993.

サービス工学

榎本は、1982 年頃より、ソフトウェアシステムは、サービスを提供するシステムであると考え、ソフトウェア開発をサービスの開発過程、ソフトウェア構造をサービスアーキテクチャとみなして、工学的に探求する新しい学問分野である「サービス工学」を提唱した。この考

えは、Web サービス工学、サービスオリエンテッドアーキテクチャやクラウドサービスといった現在の IT 技術の根幹をなすものであり、情報化社会の潮流を先取りしたものであった。

文献

- (1) 榎本肇, “サービス工学の提唱,” 信学誌 vol.J67, no.5, pp.487-492, May 1984.

行為を通じた学習に基づく認知科学

安西は、1970 年代から人間の認知、思考、問題解決、学習、記憶についての認知科学的研究のパイオニアとして先駆的な成果を挙げるとともに、1990 年代はじめに人間とロボットのインタラクティブシステムに関する統

合的な研究を開始し、思考・学習の認知科学的研究と相互作用の情報学研究を融合することで、新しい人間科学の構築を先導した。

文献

- (1) 2015 年 内閣府 文化功労者 安西祐一郎

統計的機械学習

上田は、統計的機械学習の基礎研究と実応用に関し、数理的アプローチに基づく学習アルゴリズムを構築し、当該分野の学術発展に大きく貢献した。具体的には、ベクトル量子化器設計のための淘汰型競合学習法、EM ア

ルゴリズムの局所最適性の問題解決法である DAEM 法や SMEM 法、変分ベイズ法による最適モデル探索法と音声認識のための隠れマルコフモデルの最適モデル設計への応用などが国際的に高い評価を得ている。

文 献

- (1) 2015 年度 電子情報通信学会 業績賞 上田修功「統計的機械学習に関する先導的研究」

暗号と情報セキュリティ

暗号理論・方式

暗号解析・安全性

国際標準暗号

情報セキュリティに対する総合的対策

現代暗号は、方式的には、共通鍵暗号と公開鍵暗号に大別される。また、用途の面からは、秘匿と認証・署名という 2 つの機能がある。

古来から、軍事・外交などに使用されてきた共通鍵暗号は、送信者と受信者が共通の鍵を用いる方式であり、用途は主として秘匿である。情報社会においては、秘匿の重要性が社会基盤化していることから、アルゴリズムは公開し、鍵のみを秘密にすることが要請される点が古典暗号との違いであり、1970 年代以降、方式の高度化が国際的に進められてきた。その安全性解析は極めて重要であるが、我が国からの世界的業績として特筆すべきは、松井充による線形解析法である。

他方、公開鍵暗号は、共通鍵暗号と異なり、秘密鍵と公開鍵の 2 種類の鍵からなる方式であり、秘密鍵は当事者のみが秘密に保持し、公開鍵を公開する方式である。その本質的機能は、情報社会・IoT に不可欠な、認証（本人・本モノ確認）と署名である。公開鍵暗号の発明は、ある科学技術書に、火薬の発明にも匹敵すると記されているほど、画期的なものであるが、難解さゆえに、社会的な認識は得られていない。しかし、今後、経済基盤に大きな変化を齎すと予想されているビットコイン・ブロックチェーンは、公開鍵暗号（楕円暗号）とハッシュ関数による認証・署名を技術的基盤としており、そ

の重要性は高まるばかりである。

国際的にも多数の論文が発表され、世界ランキングが公表されたりしているが、日本からは、岡本龍明、及び、黒澤馨が 10 位以内に入ることが多かった。

また、2000 年前後に境・笠原により着想されたペアリリングは、国際会議の大きな分野を占めるに至っている。

現在、公開鍵暗号としては、RSA、及び楕円暗号が普及しているが、将来、量子コンピュータが実用化された場合には、これらの暗号の安全性は確保できなくなる可能性があるため、これに代わる公開鍵暗号方式が探求されている。その中の 1 つに、多変数公開鍵暗号があり、世界に先駆けて、1980 年代に、松本・今井（秀樹）、続いて、辻井等によって、方式提案されている。

暗号技術は、情報セキュリティ技術の基盤であるが、情報セキュリティ対策は、管理・経営、情報倫理・心理・行動規範、法制度、技術の 4 者の融合連携により成り立つ社会の基盤である。この分野でも、多くの業績が発表されている。例えば、証拠に関する総合的システムであるデジタルフォレンジックは、技術、監査、法令から成り立っているが、この分野における佐々木良一の先駆的業績は大きい。

文 献

A-41 暗号理論・方式

- (1) 1982 年度 電子通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 小山謙二「RSA 公開鍵暗号法のマスタ鍵」

- (2) 1988 年度 電子情報通信学会 業績賞 宮口庄司, 白石旭, 清水明宏「高速データ暗号アルゴリズム (FEAL) の研究」
- (3) 1992 年度 電子情報通信学会 業績賞 岡本龍明, 藤岡淳, 太田和夫「公開鍵認証方式に関する研究」
- (4) 2015 年度 電子情報通信学会 業績賞 阿部正幸「暗号プロトコル・要素技術に関する先導的研究」
- (5) 1994 年度 電子情報通信学会 業績賞 今井秀樹, 松本勉「情報セキュリティの基礎技術に関する先駆的研究」
- (6) 2002 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 古原和邦, 今井秀樹「Semantically Secure McEliece Public-Key Cryptosystem」
- (7) 2000 年度 電子情報通信学会 SCIS (2000 年 1 月) R. Sakai, K. Ohgishi, M. Kasahara「Cryptosystems Based on Pairing」
- (8) 2005 年 Ian Blake, G. Serousi and N. P. Smart「Advances in Elliptic Curve Cryptography」CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- (9) 2011 年 森山大輔, 西巻陵, 岡本龍明, “公開鍵暗号の数理,” 共立出版, 2011.

A-42 暗号解析・安全性

- (10) 1993 年 1 月 電子情報通信学会 SCIS 論文賞 松井充「DES 暗号の線形解読法 (I)」
- (11) 2013 年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 高木剛, 下山武司, 篠原直行「暗号解読の世界記録を達成し, 次世代暗号の安全性を確立する先駆的研究」

A-43 国際標準暗号

- (12) 2002 年度 電子情報通信学会 業績賞 松井充, 山岸篤弘, 時田俊雄「第 3 世代移動体通信 W-CDMA 国際標準暗号の開発」
- (13) 2006 年度 電子情報通信学会 業績賞 岩田哲, 黒澤馨「ブロック暗号に基づく認証技術の理論的研究と国際標準化」
- (14) 2015 年度 電子情報通信学会 業績賞 田中俊昭, 清本晋作, 櫻井幸一「超高速暗号 KCipher-2 の開発と標準化」
- (15) 2014 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 神田雅逸, 青木和麻呂, 松井充, 時田俊雄, 盛合志帆「次期国際標準共通鍵暗号方式の開発」
- (16) 2008 年 ドコモ・モバイル・サイエンス賞 宮地充子「楕円曲線の演算と安全な楕円曲線の生成」
- (17) 2007 年度 国際標準化奨励者表彰 宮地充子
- (18) 2010 年 The 6th International Conference on Advanced Data Mining and Applications 最優秀論文賞 宮地充子

A-44 情報セキュリティに対する総合的対策

- (19) 2008 年度 大川情報通信基金 大川賞 今井秀樹「符号理論と暗号理論ならびにその応用に関する研究への多大な貢献」
- (20) 2003 年度 NHK 放送文化賞 辻井重男
- (21) 2009 年度 NHK 放送文化賞 今井秀樹
- (22) 2006 年 高柳健次郎財団 高柳記念賞 辻井重男「情報通信に於ける情報セキュリティ技術及び暗号理論に対する貢献」
- (23) 2014 年度 C&C 財団 C&C 賞 辻井重男, 今井秀樹「情報セキュリティ領域の先駆的研究と産学官コミュニティ構築による分野発展や人材育成に対する貢献」
- (24) 2010 年度 情報処理学会 DICOMO2010 最優秀論文賞 佐々木良一「IT リスク対策に関する社会的合意形成支援システム Social-MRC の開発構想」
- (25) 2006 年度 内閣官房「情報セキュリティの日」功労者表彰 土居範久
- (26) 2006 年度 内閣官房「情報セキュリティの日」功労者表彰 辻井重男
- (27) 2007 年度 内閣官房「情報セキュリティの日」功労者表彰 佐々木良一
- (28) 2007 年度 内閣官房「情報セキュリティの日」功労者表彰 安田浩
- (29) 2008 年度 内閣官房「情報セキュリティの日」功労者表彰 今井秀樹

PON を用いたトリプルプレイサービス

従来のメタル線を用いたアクセスシステムの大容量化を目指して、NTT にて 1980 年代後半に PON (Passive Optical Network) の研究開発が開始された。1994 年には最初の PON が実用化され、並行して波長多重技術や FM 一括変換技術を用いた映像配信に向けた研究開発も進められた。2003 年に NTT が世界ではじめて PON を

用いて電話、インターネット、映像配信のトリプルプレイサービスを開始した。PON の研究開発により、経済的な大容量光アクセスシステムが実現し、世界各国にて FTTH (Fiber To The Home) サービスの本格的な導入が進んだ。

文 献

- (1) 1998 年度 電子情報通信学会 業績賞 渡辺隆市, 三鬼準基, 酒井隆司「PDS 技術による経済化光アクセスシステムの開発実用化」
- (2) 2010 年度 電子情報通信学会 業績賞 本島邦明, 田上仁之, 中川潤一「FTTH 用 1.25Gb/s パースト光送受信インタフェース技術の実用化開発」
- (3) 2006 年度 文部科学省 文部科学大臣賞 科学技術賞 三鬼準基, 雲崎清美, 前田洋一, 篠原弘道「PON 技術による経済化光アクセスシステムの開発」
- (4) 菊池克昭, “(招待講演) ブロードバンドコビキタスサービスの現状と今後の課題,” 信学技報, vol. 105, no. 410, CS2005-37, pp. 1-6, Nov. 2005.
- (5) 小崎成治, 西谷隆志, 向井宏明, 田中正基, 山中秀昭, “光アクセスネットワークの適用領域拡大に向けた検討,” 信学技報, vol. 109, no. 266, CS2009-46, pp. 25-28, Nov. 2009.
- (6) 柴田宣, “FM 一括変換方式を用いた光映像分配システム”, 信学論 (B), vol. J83-B, no. 7, pp. 948-956, Jul. 2000.

重信装荷ケーブル及び 装荷線輪による長距離電話網

従来電話線路には裸線が用いられていたが、キャパシタンスによる信号減衰により長距離伝送は困難であった。1920 年に一定距離ごとにコイルを挿入する装荷方式を用いて通信距離の延長が可能となるケーブル化計画

が着手され、1922 年大阪・神戸間、1928 年には東京・神戸間、1930 年には東京・岡山間の総計 756.7km の長距離ケーブル化が逐次完成し、長距離直通電話が可能となった。

文 献

- (1) 道田貞治, “5. 二つの思い出,” 電子通信学会 50 年史 第 3 部, pp. 146-148, 電子通信学会, 東京, 1967.

無装荷ケーブルによる長距離伝送

従来、主流であった装荷コイル方式による通信には、遅延や位相歪みによる品質劣化、また伝送帯域が狭いため 1 回線 1 通話という課題があった。これに対し、無装荷ケーブル方式は、装荷コイルを用いず中継器により信号を増幅して補償することで、高品質かつ多重通信を実現し、かつ経済的な長距離伝送を実現した。1932 年に、

小山・宇都宮間折返し中継 458.7km の長距離無装荷ケーブル搬送電話方式の伝送実験を世界に先駆けて実施。また 1938 年、九州を起点に海底部分を含む長距離国際回線として世界ではじめて実用化された。この無装荷ケーブル方式は日本だけでなく広く国外でも採用され、多重通信に進歩をもたらした。

文 献

- (1) 1938 年度 電気通信学会 功績賞 松前重義
- (2) 1940 年度 電気通信学会 功績賞 篠原登

市内 PEF-P, CCP ケーブルによる 電話網の大量開通

従来電話線路に用いられていた紙絶縁スタルペスケーブルでは、高周波漏話特性に課題があり、一方で海底等に利用されていた PE (Polyethylene, ポリエチレン) は紙より誘電率が高いという課題があった。実効誘電率を低くかつ経済性を両立させた発泡ポリエチレン (PE) を用いた PEF ケーブルは、外径長さ方向の均質化によ

り特性の向上を実現させ、市外、市内、中継へと導入された。更に着色容易なポリエチレンの被覆カラー着色により心線の識別性を向上させた CCP (Colored Code Polyethylene) ケーブルは、1960 年代の黒電話 (固定電話) の即時開通・大量開通を支え、心線識別による作業性向上及び電話網の発展に寄与した。

文 献

- (1) 1964 年度 通信協会 前島密賞 六戸満
- (2) 1966 年度 通信協会 前島密賞 朴木実

クロスバ交換機

1953 年、国産の公衆網用クロスバ交換機の開発がスタートし、電電公社電気通信研究所と交換機メーカ 4 社が共同研究開発・実用化した。通話路スイッチは開閉素子が格子状に配されており、小型のスイッチを多段に配

列することにより大きな経済化が実現される。1965 年に開発された C 400 形クロスバ交換機は、大幅な経済化・小形化を実現した世界の水準を抜く優秀なものであり、製造メーカから輸出された。

文 献

- (1) 1967 年度 電子通信学会 業績賞 山内正彌, 福富禮治郎, 城水元次郎「C 400 形クロスバ交換方式の実用化」
- (2) 高木謙三, “最適経路形式を用いた多段リンク方式の設計”, 信学論 (A), vol. 51A, no. 4, pp. 153-160, Apr. 1968.

電子交換機

クロスバ交換機に代わり、電子部品を大幅に使用し、また、蓄積プログラム制御方式を採用し、プログラムの追加・変更により容易に新しいサービス機能を追加できる電子交換機を実用化した。大局用の D10 形電子交換機は、1972 年には東京、大阪、名古屋でサービスを開

始した。更に、1978 年には通話路系の経済化ならびに中央処理系の高性能化を図った高性能 D10 形電子交換機を開発した。この電子交換機のためのプログラム言語 (CHILL) の開発にも貢献した。

文 献

- (1) 1972 年度 電子通信学会 業績賞 吉田庄司, 伊吹公夫, 式場英「大局用電子交換方式の実用化」
- (2) 1979 年度 電子通信学会 業績賞 池田博昌, 向井久和, 加藤勝洋「高性能 D10 形自動交換機の実用化」
- (3) 大和茂樹, 渡部堅也, “電子交換機の一方式とその使用実績について,” 電気通信学会誌, vol. 44, p. 244, Dec. 1961.

ディジタル交換機

1970 年台から電電公社により本格的に研究が開始されたディジタル交換機は、1980 年にディジタルデータ交換機（D50 形）、1982 年にディジタル中継交換機（D60 形）、1983 年にディジタル市内交換機（D70 形）が開発・実用化され、1988 年には ISDN サービスを開発・

提供した。この時代の交換機では、SDH（新同期インタフェース）や No.7 共通線信号方式を採用し、高度なサービスを提供可能なインテリジェントネットワークも開発・実用化した。

ISDN: Integrated Services Digital Network

文 献

- (1) 1980 年度 電子通信学会 業績賞 松本允介、吉田裕、富田修二「ディジタルデータ交換方式の実用化」
- (2) 1984 年度 電子通信学会 業績賞 五嶋一彦、青木利晴、木村英俊「D60/D70 デジタルシステムの実用化」
- (3) 1986 年度 電子通信学会 業績賞 石野福彌、門田充弘、礪波修一「負荷分散型大容量パケット交換方式の実用化」
- (4) 1987 年度 電子情報通信学会 業績賞 秋山稔、寺田浩昭、白須宏俊「交換機のデータフロー制御とそのソフトウェア設計法の研究」
- (5) 1989 年度 電子情報通信学会 業績賞 江川哲明、小宮菱一、秋野吉郎「ISDN システムの実用化」
- (6) 鈴木太平、前島幸仁、田辺史朗、白須宏俊、大坪東光、「データ駆動論理方式交換ソフトウェア設計手法」、信学論 (B), vol. J72-B-1, no. 4, pp. 343-352, Apr. 1989.
- (7) 1972 年度 電子通信学会 業績賞 猪瀬博、藤崎博也、齊藤忠夫「PCM 統合通信方式に関する研究」

通信網設計理論

通信網設計理論に関する基礎研究を進め、理論の構築、体系化を行った。また、国際通信網について有効性と信頼性を体系的に扱い、網のアーキテクチャをモデル

化し定量的評価を可能とした。通信網工学に対して大きく貢献した。

文 献

- (1) 1984 年度 電子通信学会 業績賞 秋山稔「通信網設計理論に関する基礎的研究」 小林記念賞
- (2) 1987 年度 電子情報通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 森弘道「世界ループ網の設計と動的ルーティングの効果」

統合型ノード

音声・データ・映像などの多種多様なマルチメディアサービスを提供するノードシステムを、統一したアーキテクチャにて実現し、1994 年以降の加入者収容回線交換、パケット交換、ATM 交換、高機能インテリジェン

トネットワーク（IN）サービスにて実用化された。この統一アーキテクチャでは、標準 OS（IROS）に基づく共通プラットフォームを採用し、その上に各サービスを実装することで実現している。

文 献

- (1) 1995 年度 電子情報通信学会 業績賞 高橋達郎、黒田憲一、大山茂「ATM ノードシステムの開発」
- (2) 1997 年度 電子情報通信学会 業績賞 鈴木滋彦、大西廣一、岡田邦明「共通プラットフォーム型ノードシステムの開発」

コンピュータネットワークの モデル化と性能評価

コンピュータネットワークのモデル化と性能評価を学問領域として確立し、それを基礎理論としたネットワーク設計手法の導入によりコンピュータネットワークの実用化に大きな道を拓いた。更に、理論的研究成果を実証

する場としてネットワークの構築やネットワークを利用した高度情報処理技術の開発を行い、それらに応用したマルチメディアアプリケーションを開発するなど幅広い活動も行った。

文 献

- (1) 1998 年度 電子情報通信学会 業績賞 宮原秀夫「コンピュータネットワークのモデル化と性能評価に関する先駆的研究」

超高速パケットネットワークと ネットワーク制御技術

ブロードバンドインターネットの基盤となる超高速スイッチングネットワーク技術を世界的に先駆的に開拓し、学術的、実用的、国際標準化による技術の普及に貢献した。パス計算を分離したネットワーク制御方式を確

立や、自律分散制御方式を採用しているインターネットに対して集中型のプログラマブルな制御方式によるネットワークの設計・構築・運用を提唱し、実現した。

文 献

- (1) 2014 年度 電子情報通信学会 業績賞 山中直明、大木英司「超高速パケットネットワーク技術の先駆的研究」
(2) 2014 年度 電子情報通信学会 業績賞 岩田淳、下西英之、小林正好「SDN コンセプトの具現化と OpenFlow 技術の開発・実証と実用化」

自動交換機

人手による手動交換に代わり、1923 年に中国・大連に最初の A 形ステップバイステップ式自動交換機が導入された。その後、国産自主技術を用いた T 形（通信

省形）ステップバイステップ式自動交換機を開発し、1940 年に奈良局に導入され、ほぼ昭和時代の全期間の日本の通信を支え続けた。

文 献

- (1) 渡辺孝正「6. 自動交換機導入前後の状況」電子通信学会 50 年史 第 3 部, pp. 148-149, 電子通信学会, 東京, 1967.

次世代ネットワーク (NGN)

従来の電話網が持つ高品質性、安全性、信頼性を備えた光・IP ネットワークであり、NTT が技術開発・実用化し、2008 年 3 月に商用サービスの提供が開始された。

この NGN の上では、電話、映像配信、インターネット接続をはじめ、広帯域・高品質な様々なサービスが提供可能となっている。NGN: Next Generation Network

文 献

- (1) 2008 年度 日本産業技術大賞 文部科学大臣賞 日本電信電話株式会社「次世代ネットワーク (NGN) 技術の開発」

多相変位法による多重電信方式

搬送電信方式では電信信号に直流成分があるため、振幅変調 (ASK) が用いられていた。これに対して、ケーブルによる伝送容量を増大するため、位相弁別式搬送多重電信、多相変位法と名付けられた、現在の多値 PSK 変調方式を提案し、送信においてはベクトル合成法、受

信側では倍周器 (通倍器) と分周器を用いた基準搬送波再生法を提案して送受信装置を開発した、また、東京・呉間で 2 重通信 (QPSK) による電信の伝送実験、16 相 4 重電信 (16PSK) の室内実験に成功して、その実現性を示した。

文 献

- (1) 吉田, 平林, 北爪, “位相弁別式搬送多重電信に就て,” 通信学会第 4 回秋季大会 予稿, Sep. 1938.
 (2) 吉田, 北爪, 山崎, 天野, “電気試験所記念論文集,” pp.350-357, 成文堂新光社 1949.
 (3) 吉田五郎追悼録刊行会, “吉田五郎のおもかげ,” 一二三書房 1973.

同軸 FDM 伝送方式

使用部品を国産とした伝送国産技術第 1 号のシステム導入を契機に帰還量 20dB 以上の中継器回路設計技術、高周波トランジスタの開発により新しい回路部品を適用し、飛躍的に大容量、長距離化を実現するとともにテレビ

ジョン多重伝送も実現。また、広帯域な海底同軸システムを実用化し、世界ではじめて海底ケーブル方式でテレビ信号と電話信号の同時伝送も実現。

FDM: Frequency Division Multiplexing

文 献

- (1) 1963 年度 電気通信学会 業績賞 重井芳治, 高原靖, 小島卓哉「12M 同軸方式の実用化」
 (2) 1973 年度 電子通信学会 業績賞 沢田新一郎, 藤本和弘, 関川瑞生「C-60M 同軸伝送方式の実用化」
 (3) 1976 年度 電子通信学会 業績賞 池上文夫, 田畑晴男, 貝津良輔「CS-36 M 海底同軸方式の実用化」

同軸 PCM 通信方式

日本初のデジタル伝送システムを導入，近距離通信に対して更なる大容量化を実現でき，大きな経済化をもたらした。超高速トランジスタ，ハイブリッド IC 等の

新しい部品及び回路技術と新しい方式技術を融合し，電話 5,760 回線，4MHz テレビ 60 回線の高品質かつ経済的な伝送を実現した。PCM: Pulse Code Modulation

文献

- (1) 1966 年度 電気通信学会 業績賞 熊谷伝六，前田光治，村上隆一「近距離 24 通話路 PCM 方式の実用化」
- (2) 1972 年度 電子通信学会 業績賞 猪瀬博，藤崎博也，齊藤忠夫「PCM 統合通信方式に関する研究」
- (3) 1975 年度 電子通信学会 業績賞 市川勉，荒谷孝夫，田崎公郎「PCM-100M 同軸伝送方式の実用化」
- (4) 1978 年度 電子通信学会 業績賞 井上伸雄，河西宏之，大蔵恭仁夫「同軸 PCM-400M 伝送方式の実用化」

単一モード光伝送方式

光ファイバを用いた通信システムを初めて実現した。従来方式では 1~2km 程度であった中継間隔を数 10km

まで延伸することができ，日本縦貫伝送方式として実用化された。

文献

- (1) 1977 年度 電子通信学会 業績賞 小山正樹，島田禎晋，三木哲也「光ファイバ通信方式（32Mb/s）の実用化試験」
- (2) 1983 年度 電子通信学会 業績賞 伊藤武，中川清司，石田之則「高速デジタル単一モードファイバ伝送システム」
- (3) 1997 年度 電子情報通信学会 業績賞 新納康彦，若林博晴，山本均「国際長距離光海底ケーブル方式（OS-280M）の開発」

デジタルコヒーレント光伝送方式

位相変調に基づくアナログでコヒーレント通信をはじめて開拓し，半導体レーザの周波数安定化などを実現した結果，光通信分野にデジタル信号処理をはじめて実

用化し，100G という高速な信号を長距離伝送できる方式を実現した。また，波形歪み補償光デバイスの使用を解消し，経済的な高速伝送方式を実現した。

文献

- (1) 1985 年度 電子通信学会 業績賞 大越孝敬，山本喜久，菊池和朗「コヒーレント光ファイバ通信研究の創始と先駆的貢献」
- (2) 2013 年度 電子情報通信学会 業績賞 富澤将人，尾中寛，菊池和朗「100G デジタルコヒーレント光伝送方式の実用化」
- (3) 2015 年度 電子情報通信学会 業績賞 那賀明，山崎悦史，山本秀人「超大容量レイヤ統合トランスポートシステムの研究開発」
- (4) 水落隆司，宮田好邦，市川俊亨，小西良明，小林竜也，井上朋香，斧原聖史，亀谷聡一郎，久保和夫，吉田英夫，清水克宏，一番ヶ瀬広，「LDPC 符号と軟判定復号による光通信用誤り訂正方式の検討」，信学技報，vol. 108，no. 423，OCS2008-118
- (5) 鈴木扇太，宮本裕，富澤将人，坂野寿和，村田浩一，美野信司，柴山充文，渋谷真，福知清，尾中寛，星田剛司，小牧浩輔，水落隆司，久保和夫，宮田好邦，神尾享秀，「光通信ネットワークの大容量化に向けたデジタルコヒーレント信号処理技術の研究開発」，信学誌，vol. 95，no. 12，pp. 1100-1116，Dec. 2012.

テラビット WDM 光増幅中継伝送方式

光信号を直接増幅する中継器を用いた伝送システムを日本ではじめて実用化した。伝送コストが従来の 1,000 分の 1 以下となっただけでなく、導入後 25 年経った現在でも大容量システムの実現に必須な技術として使用されている。また、光増幅器とラマン増幅器を適用した中

継器を用いた伝送システムを日本で初めて実用化した。伝送コストが爆発的に下がっただけでなく、導入後 25 年経った現在でも大容量システムの実現に必須な技術として使用されている。

WDM: Wavelength Division Multiplexing

文 献

- (1) 1990 年度 電子情報通信学会 業績賞 中川清司, 車田克彦, 酒井徹志「超大容量光伝送方式の開発」
- (2) 1997 年度 電子情報通信学会 業績賞 小林郁太郎, 桑原秀夫, 鹿田実「テラビット光伝送の実証」
- (3) 1997 年度 電子情報通信学会 業績賞 若林博晴, 秋葉重幸, 山本周「光増幅国際長距離海底ケーブル方式の開発と実用化」
- (4) 2003 年度 電子情報通信学会 業績賞 鈴木正敏, 枝川登, 松島裕一「超大容量波長多重光海底ケーブル方式の開発」
- (5) 2005 年度 電子情報通信学会 業績賞 萩本和男, 織田一弘, 平子正典「テラビット級 WDM 長距離光伝送システムの研究開発実用化」
- (6) 2012 年度 文部科学大臣表彰科学技術賞 宇佐美正士, 枝川登「光海底ケーブルシステム用 980nm 励起光増幅中継器の開発」
- (7) 2011 年 内閣府 紫綬褒章 秋葉重幸
- (8) 水落隆司, 清水克宏, 石田和行, 加治屋哲, 宮崎泰典, 松下究, 北山忠善, 田中英明, “EA 変調器集積 LD を用いた海底 WDM 用 5Gb/s RZ 光送信器,” 信学ソ大, B-10-170, Sep. 1998.
- (9) 十倉俊之, 本島邦明, 北山忠善, “光増幅中継系における光サージ伝搬特性に関する検討,” 信学ソ大, B-10-177, Sep. 1997.
- (10) 2009 年度 新技術開発財団 市村産業省 功績賞 沖野孝之, 丸橋大介, 山口伸英「テラビット級超大容量光波長多重伝送システムの開発と実用化」

新同期インタフェースを適用した伝送システム

SDH は世界統一のインタフェース速度 156Mbps (STM-1) を基本とした信号多重化方式であり、標準化にあたっては、NTT が欧米各国を調整して作成した原

案が全面的に採用され、今日の世界のデジタル通信の基本インタフェースとなっている。

SDH: Synchronous Digital Hierarchy

文 献

- (1) 1990 年度 電子情報通信学会 業績賞 河西宏之, 白川英俊, 鍋沢郁男「新同期インタフェースを適用した伝送システムの実用化」

光周波数分割多重 (光 FDM)

光ファイバの広帯域な低損失波長帯を活かして伝送容量を飛躍的に増大させるため、本実験では世界ではじめて 100 波多重に成功した。

100 波多重には、非常に高密度にレーザを配置する必要があり、コヒーレント変調、光源の周波数安定化、光

導波路フィルタなど先端技術を系統的に集結して実現した。現在では、高密度波長多重 DWDM (Dense WDM) と呼ばれ、広く利用されている技術の先駆けとなった。

文 献

- (1) 1991 年度 電子情報通信学会 業績賞 野須潔, 鳥羽弘, 河内正夫「光周波数分割多重 (光 FDM) の先駆的研究」

フォトリソトランスポートネットワーク

光スイッチを用いた通信ノード (OADM) を世界に提唱し実用化した。光 / 電気変換と電気スイッチ処理を

不要にし、低消費電力化を可能とした結果、世界中に展開された。OADM: Optical Add Drop Multiplexing

文 献

- (1) 1999 年度 電子情報通信学会 業績賞 佐藤健一 古賀正文, 岡本聡「フォトリソトランスポートネットワークの先駆的研究」

10 テラビット級 OTN 基盤技術

10Tbit/s 級の超高速大容量長距離光ネットワーク (OTN) の実現性にむけて、マルチキャリア OFDM デジタルコヒーレント基盤技術による超高速チャネルの大洋横断長距離伝送を実証するとともに、超高速イーサ

ネットを収容するデジタル信号フレーム技術を提案し国際標準化を先導し、10Tbit/s 級 OTN の実現性を世界に先駆けて実証した。

OTN: Optical Transport Network

文 献

- (1) 2009 年度 電子情報通信学会 業績賞 宮本裕, 富澤将人, 佐野明秀「10 テラビット級 OTN (Optical Transport Network) 基盤技術の先駆的研究」

超高速 OTDM 技術

光増幅技術および WDM 技術, スーパーコンティニウムを用いた光源と 100Gbit/s の OTDM 技術, Duo-binary 変調技術などと併用することで、テラビットの

伝送を世界に先駆けて実証した。

OTDM: Optical Time Division Multiplexing

文 献

- (1) 1995 年度 電子情報通信学会 業績賞 猿渡正俊, 川西悟基, 盛岡敏夫「全光処理による超高速光伝送方式の先駆的研究」
 (2) 2001 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 山本貴司, 田村公一, 中沢正隆「位相変調器による 3 次, 4 次分散同時補償を用いた 1.28 Tbit/s-70km フェムト秒パルス OTDM 伝送」
 (3) 大黒将弘, 宮崎哲弥, 大谷朋広, 長尾康之, 久保田文人, 鈴木正敏, “JGN2 光テストベッドを用いた 160Gbit/s OOK/DPSK 光信号フィールド伝送試験,” 信学技報, vol. 104, no. 410, OCS2004-83, pp. 7-10, Dec. 2014.
 (4) 渡邊茂樹, 白崎正孝, 近間輝美, “光位相共役を用いた損失のある伝送ファイバ内波形ひずみの補償,” 信学論 B, vol. J78-B1 No. 12, Dec. 1995.

光ソリトン伝送技術

光ファイバアンブ技術を駆使してダイナミックソリトン法を提案し、実験室レベルで 10Gbit/s、1.8 億 km の周回伝送実験に成功し、ソリトン制御により伝送距離に制限がなくなることとを理論的・実験的に示した。更に分散値がばらついている現実の光線路においても、平均と

して異常分散領域にあればソリトン伝送が可能であることを理論的に示すと共に、NTT が商用に使用している現場布設された中継光ファイバ伝送路を用いて、20Gbit/s、2,000km の多中継伝送実験に成功した。

文 献

- (1) 1995 年度 電子情報通信学会 業績賞 中沢正隆、長谷川晃、藤井陽一「光ソリトン伝送技術に関する先駆的研究」
- (2) 2006 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞（研究部門）鈴木正敏「分散制御光ソリトン通信方式の研究」
- (3) 2011 年度 通信協会 前島密賞 鈴木正敏、枝川登、森田逸郎「光通信における分散制御光通信方式の考案と実証」

光 CDMA ネットワーク

パケットなどのデータフローの識別情報を光符号ラベルにマッピングし、ルーチングを行う方法を発明し、その実証を行った。10Gbit/s 級の光符号分割多重伝送を世界に先駆けて実現し、511 チップという当時世界最長

の光符号・復号を用いて完全非同期 10 ユーザ多重というマイルストーンを達成し、次世代ブロードバンドアクセスの先鞭をつけた。

CDMA: Code Division Multiple Access

文 献

- (1) 2004 年度 電子情報通信学会 業績賞 北山研一、塚本勝俊「光 CDMA ネットワークの先駆的研究」

写真電信送信機

1930 年、当時の通信省は NE 式写真電送装置を使用し、公衆写真電報サービスを東京・大阪間で始めた。このときに使用した写真電送装置を 1 号写真電送装置〈裸線用〉と称した（予備機〈ケーブル用〉を 2 号と称した

。3 号機は 1950 年に導入）。1951 年度に 4 号機として 4 号写真電送装置が導入された。この装置には通研で発案した、光電管ブリッジ変調方式、このためのプッシュプル光電管等が使用されている。NE: Nippon Electric

文 献

- (1) 丹波次郎、"NE 式写真電送の研究とその時代," 信学誌, vol. 56, no. 6, pp. 788-792, Jun. 1973.

クロサワタイプライター： 国産和文印刷電信機

この和文印刷電信機は、部品が全て国産で、組立ても蒲田で行った純国産品で、国産和文印刷電信機の実用開始は、日本の通信業界における大きな功績であり、これ以降通信省をはじめ新聞各社もこの和文印刷電信機を採

用することとなり、日本の通信業務は飛躍的にスピードアップ、効率化した。1917年に大阪中央電信局にカナ・タイプライター2台を納入し、電信用カナ・タイプライターとして使用された。

文 献

- (1) 大谷薫, “9.5 印刷電信機,” 電子通信学会 50 年史 第 4 部, pp. 271-272, 電子通信学会, 東京, 1967.

テレックスサービス開始： 加入電信宅内装置

日本電信電話公社として 1956 年 10 月 15 日に東京・大阪間で我が国最初のテレックス（加入電信サービス）を開通させ、その後全国に普及した。国際テレックスとの接続により海外との通信も実現した。その際、これまで専用者間において不統一に作られてきた鍵盤配置を、サービス開始を契機として標準鍵盤配置とその符号を制

定した。和文 6 単位符号と欧文 5 単位符号間の変換が容易な符号配置とし、コンバータも用意することで、国際テレックスとの接続を実現した。KDD と細目に渡って対策を進めていき、1958 年 4 月 1 日に接続を実現した。世界各国との間に KDD を介してチャンネルを持ち、好評を博した。

文 献

- (1) 清水道隆, “8.6 加入者宅内装置,” 電子通信学会 50 年史 第 4 部, pp. 261-263, 電子通信学会, 東京, 1967.

エラスティック光ネットワーク技術

エラスティック光ネットワークは、学術領域に留まらず産業的にもその重要性が認識され、世界中で活発な研究開発が行われ国際標準化も進んでいる。2012 年に適応光スペクトル資源割り当てを可能にするフレキシブルグリッドが勧告化され (G.694.1), さらに 2016 年には,

100 Gb/s 超光チャネルのフレームフォーマット規定 OTUCn が, G.709 勧告に追加されたなど, エラスティック光ネットワークの基本概念を世界に先駆けて提唱し, その後の関連分野研究の大きな潮流を創出した。

文 献

- (1) 2016 年度 電子情報通信学会 業績賞 神野正彦「エラスティック光ネットワーク技術の先駆的研究」

宇宙通信技術

1960 年台半ばに宇宙通信技術が実用化された。我が国は、世界的協力で行われた宇宙通信実験に参画し、純国産技術を用いた宇宙通信実験設備を開発して茨城宇宙通信実験所を完成し、テルスター衛星を用いた対米実験、リレー衛星 1 号によるテレビ電波の受信に成功した。この成果に基づき、バンド圧縮などの新技術を開発

し、地球局設備を鹿島支所に建設して、シンコム衛星 3 号を用いた東京オリンピックのテレビ中継に成功した。また、宇宙通信用の高利得・低雑音・高追尾精度で経済性に優れたカセグレンアンテナを実用化した。これらの技術開発、通信実験により、わが国の宇宙開発・宇宙通信技術の発展に大きく寄与した。

文 献

- (1) 1963 年度 電気通信学会 業績賞 新川浩、宮憲一「宇宙通信設備の完成とそれによる実験の成功」
- (2) 1964 年度 電気通信学会 業績賞 上田弘之、野村達治、田中信高「シンコム衛星によるオリンピック・テレビ中継の成功」
- (3) 1966 年度 電気通信学会 業績賞 喜連川隆「宇宙開発・衛星通信用大口径アンテナの研究」
- (4) 2009 年 IEEE マイルストーン「First Transpacific Reception of a Television (TV) Signal via Satellite, 1963」

観測ロケットのテレメータ

1964 年に観測ロケット、ラムダが完成し数多くの宇宙科学観測に成功した。観測ロケット用テレメータ実現のため、過酷な宇宙環境に耐える電子部品と電子管、ロケット搭載用テレメータ送信機を開発を経て、全トランジスタ水晶制御位相変調テレメータ送信機の開発に成功

した。さらに、ロケット搭載ビーコン電波による自動追尾受信、VHF 帯パラメトリック増幅器、高感度テレメータ受信装置の開発・実用化に成功した。これらの技術開発は、我が国の観測ロケットのテレメータ技術、宇宙電子工学の発展に寄与した。

文 献

- (1) 1965 年度 電気通信学会 業績賞 斎藤成文、野村民也「観測ロケットのテレメータ」

準ミリ波帯衛星通信技術

技術試験衛星 II 型（きく 2 号）を用いて、ミリ波を含む広い周波数帯域で伝搬実験を実施し、ミリ波帯の高仰角伝搬特性などが明らかにされた。この結果を踏まえ、各種の準ミリ波帯地球局装置や衛星搭載機器を開発し、通信衛星 2 号（さくら 2 号）を用いた世界初となる準ミリ波帯国内衛星通信を実用化した。その後、デマンドア

サイン衛星通信方式を地上交換網と連動して一元的に運用する衛星中継網方式を考案し、新たな衛星交換技術、デマンドアサイン制御技術、地球局構成技術などを開発して、本方式を実用化した。これらの技術開発は、我が国の衛星通信技術の発展に大きく寄与した。

文 献

- (1) 1977 年度 電子通信学会 業績賞 糟谷績、石田亨、塚本賢一「きく 2 号によるミリ波帯電波伝搬の研究」
- (2) 1983 年度 電子通信学会 業績賞 宮内一洋、更田博昭、八坂哲雄「準ミリ波帯国内衛星通信技術の研究実用化」
- (3) 1991 年度 電子情報通信学会 業績賞 森広芳照、松本慎二、大貫雅史「衛星中継網方式の実用化」

20GHz 帯デジタル無線中継方式

1969 年に、未開拓であった 20GHz 帯を用いる大容量デジタル無線中継方式の実用化研究が開始された。大きな降雨減衰が課題となる 20GHz 帯の伝搬特性推定法、高速 4 相位相変調伝送技術や準ミリ波部品等の技術開発が行われ、4 年間にわたる現場試験の後、システム当り

電話 5,760 回線の世界最高速（400Mbit/s）の 20GHz 帯デジタル無線中継方式を実現し、1976 年に東京・横浜間及び大阪・神戸間で商用化された。この基盤的研究は、我が国を始めとした無線技術の発展に広く寄与した。

文 献

- (1) 1977 年度 電子通信学会 業績賞 中村嘉男, 山本平一, 桑原守二「20GHz 帯デジタル無線中継方式の実用化」
- (2) 1976 年度 電子通信学会 論文賞 山本平一, 森田浩三, 小牧省三「多種の劣化要因を持つ QCPK 方式の誤り率特性」
- (3) 1985 年度 電子通信学会 著述賞 室谷正芳, 山本平一「デジタル無線通信（産業図書）」

低消費電力マイクロ波通信方式

従来のマイクロ波通信装置は周波数通降通倍等を行っていたため、1 中継局あたりの消費電力が数百 W 以上であり、商用電源が得られない僻地への設備導入が困難であった。この課題に対し、高周波トランジスタ直接増幅やトランジスタ直接発振器の開発実用化により、消費電力を約 1/10 以下へと画期的に低減し、設置条件に対

する課題を克服する低消費電力マイクロ波通信方式を開発・実用化した。本方式は 1971 年に検討が開始され、1973 年の 2GHz 帯通信方式の完成に続き、4GHz 帯、6GHz 帯と周波数帯が拡大された。本方式は、信頼性や経済性が高く評価され、世界各国でも多く採用された。

文 献

- (1) 1978 年度 電子通信学会 業績賞 川橋猛, 杉本浩康, 海東幸男「低消費電力マイクロ波通信方式の開発実用化」
- (2) 黒川廣二, “マイクロ波通信網”, 信学誌, vol. 45, no. 11, pp. 1477-1485, Nov. 1962.

デジタル変調の基礎的研究

符号器と変調器、復調器と復号器をそれぞれ一体として、符号と変調信号波形の関係を持たせることで誤り率特性を大幅に改善した。今日、符号化変調技術は広く知られているが、本研究は世界ではじめて相関 PSK 方式、

相関 QAM 方式などの符号化変調方式の提案を行ったものと言える。

PSK: Phase Shift Keying

QAM: Quadrature Amplitude Modulation

文 献

- (1) 1979 年度 電子通信学会 業績賞 宮川洋, 原島博, 田中良明「位相連続 FSK 方式に関する基礎研究」

フェイズドアレーアンテナ

三次元的にビームを可変する多素子フェイズドアレーアンテナにおいて、デジタル移相器の量子化誤差によるサイドローブ特性劣化を低減する『二次位相給電方式』を提案し設計手法を確立した。また、給電電圧の組み合わせの変化に呼応した素子間結合に基づく素子上の

電流分布の変化を明らかにする動的理論を明らかにし、コンピュータを用いた設計に適した『ICT (Improved Circuit Theory) 法』を確立した。これらの成果は、レーダや航空機着陸援助装置等に用いられる多素子フェイズドアレーの実用化に大きく寄与した。

文 献

- (1) 1981 年度 電子通信学会 業績賞 永井淳, 久郷幸次, 徳丸仁「三次元走査フェイズドアレーの開発と実用化」
- (2) 1982 年度 電子通信学会 業績賞 関口利男, 後藤尚久, 稲垣直樹「アレーアンテナの設計に関する研究」
- (3) 1983 年度 科学技術庁長官賞科学技術功労者表彰 永井淳「フェイズドアレーアンテナの開発」
- (4) 1991 年 総理府 紫綬褒章 永井淳「フェイズドアレーアンテナの開発」

自動車電話方式

1970 年の大阪万博でワイヤレステレホンとして公開され、ユーザによる世界で初めての携帯電話の実験が行われた。1979 年 12 月 3 日に、日本電信電話公社が世界ではじめて自動接続、追跡交換制御が可能な 800MHz 帯を用いた自動車電話システムを実用化した。その後、無線チャネル帯域幅の狭小化や新たな移動通信網構成技

術と移動交換技術等により、帯域当たり加入者容量が従来の 2 ～ 4 倍の大容量自動車電話方式を実用化した。この技術開発成果は、その後の自動車電話、携帯電話システムに活用されている。特に、電波伝搬特性を解明した電界強度曲線は「奥村カーブ」として世界的に広く知られている。

文 献

- (1) 1982 年度 電子通信学会 業績賞 伊藤貞男, 松坂泰, 鎌田光帯「自動車電話方式の開発」
- (2) 1988 年度 電子情報通信学会 業績賞 倉本実, 渡辺邦夫, 中島昭久「大容量自動車電話方式の実用化」
- (3) M. Cooper, J. S. Engel, R. H. Frenkiel, T. Haug and Y. Okumura「2013 Charles Stark Draper Prize for Engineering Recipients for their pioneering contributions to the world's first cellular telephone networks.」

高感度電波望遠鏡技術

従来電波天文への適用が困難とされていたミリ波帯の45m 大口径高精度パラボラアンテナ型電波望遠鏡を開発し、1982年に野辺山の国立天文台に設置され、世界ではじめて実用化した。1990年頃より電波天文は、衛星軌道に配置された電波望遠鏡と地上の電波望遠鏡の連携による高精度化が進められ、電波天文衛星「はるか」を用いたスペース VLBI システムが開発された。2010

年代には国際プロジェクト ALMA 望遠鏡計画において、極めて微弱なサブミリ波観測に耐えうるアンテナ変形のリアルタイム補正システムの実証に成功した。これらの電波望遠鏡技術は、銀河・惑星系の誕生や生命の起源に迫る観測に大きく貢献している。

ALMA: Atacama Large Millimeter/submillimeter Array

文 献

- (1) 1984 年度 電子通信学会 業績賞 赤羽賢司, 森本雅樹, 立川清兵衛「45m 高精度ミリ波電波望遠鏡の実用化」
- (2) 1985 年度 電子通信学会 業績賞 佐分利義和, 川尻轟大, 河野宣之「K-3 型 VLBI (長基線干渉計) システムの開発」
- (3) 2001 年度 電子情報通信学会 業績賞 廣澤春任, 平林久「電波天文衛星「はるか」の開発とスペース VLBI の実現」
- (4) 2016 年度 文部科学大臣表彰 齋藤正雄, 水野範和, 川口昇, 大島文治, 井口聖「超高精度サブミリ波望遠鏡 ALMA アンテナの開発」
- (5) 2013 年度 文部科学大臣表彰 石黒正人, 長谷川哲夫, 井口聖「高精度天体画像観測を可能にする開口合成型電波望遠鏡の研究」
- (6) 高野忠, 名取通弘, 大西晃, 三好一雄, 井上登志夫, 水溜仁士, 箭内英雄, 広沢春任, “ケーブルで構成した展開形の大口徑衛星搭載アンテナ,” 信学論 (B), vol. J81-B- II, No. 7, pp. 673-682, Jul. 1998.
- (7) 川口則幸, 小林秀行, 笹尾哲夫, “2 ビーム・超広帯域 VLBI による高精度位置天文観測計画 (VERA),” 2000, 電子情報通信学会技術研究報告, 信学技報, 100, 465, 7-14.

ミリ波技術の基盤的研究

1960 年代に、ミリ波導波管伝送系に向けた円形 TE01 モード導波管に関する先駆的研究により導波管の不連続箇所における伝送モード変換などの現象が明らかにされた。1980 年代には、モード変換による伝送損失増加の課題に対して、曲がりや不連続で不要放射が生じない誘電体線路である NRD ガイドが発明された。これらの研

究成果は後の光ファイバ通信の発展にも寄与した。また、ミリ波技術と光ファイバ伝送技術を結び付けた光ファイバ給電ミリ波伝送システムや光・ミリ波変換回路技術の基盤研究が進められた。これらの研究成果は、ミリ波通信の発展への貢献が期待されている。

NRD: Non-radiative Dielectric

文 献

- (1) 1984 年度 電子通信学会 業績賞 熊谷信昭「ミリ波・光波・弾性波の導波伝送とその応用に関する研究」
- (2) 1996 年度 電子情報通信学会 業績賞 米山務「ミリ波技術に関する先駆的研究」
- (3) 2005 年度 電子情報通信学会 業績賞 小川博世「ミリ波通信システム技術における先駆的研究」

国際衛星通信用アンテナ

1970～80年代にかけて、国際通信における通信衛星の役割が増すにつれ、インテルサット衛星に搭載されるアンテナの大型化・高性能化が進められた。インテルサットV号衛星では周波数の有効利用を図るため、衛星側、地球局側共に直交偏波による周波数共用が可能

な、交差偏波特性の優れたアンテナが要求された。我が国においても、誘電体装荷アンテナ、複モードホーンアンテナ、オフセットグレゴリアンアンテナ、成形ビームホーンリフレクタアンテナ等の衛星通信用高性能アンテナの研究開発が進められ実用化された。

文 献

- (1) 1978年度 電子通信学会 論文賞 水口芳彦, 赤川正孝, 横井寛「オフセットグレゴリアンアンテナ」
- (2) 1985年度 電子通信学会 業績賞 武市吉博, 水澤丕雄, 片木孝至「通信衛星搭載複モードホーンアンテナ」
- (3) 佐藤敏雄, “誘電体装荷ホーンアンテナ,” 信学論 (B), vol. J54-B, no. 8, pp. 475-481, Aug. 1971.

核融合におけるプラズマ中のアンテナと電磁放射

宇宙空間や核融合時などのプラズマ状態下での通信や観測を行うには、プラズマ状態で動作するアンテナの設計やアンテナ特性の解明が重要となる。1960年代以降、プラズマ中のアンテナと電磁放射に関する研究が進めら

れ、プラズマ中の無限長導線に沿う電磁波の伝搬特性やダイポールアンテナを用いた電子プラズマ波の送受信指向性特性などが明らかとされた。これらの成果は宇宙開発や核融合研究に貢献した。

文 献

- (1) 1986年度 電子通信学会 業績賞 安達三郎「プラズマ中のアンテナと電磁放射に関する研究」

デジタル移動通信の黎明期における基盤的研究

1990年代に移動通信が急速に普及し、需要の急増に対応すべく、移動通信のデジタル化へ向けて基盤的研究が進められた。移動通信では従来用いられていなかった準マイクロ波帯(1～3GHz)の開拓、多重波伝搬によ

る受信信号歪みの解明と対策、移動通信に適した線形デジタル変調方式の開発など、取り組みは多岐にわたった。これらの成果は、その後のデジタル移動通信の発展の礎を築いたと言える。

文 献

- (1) 1990年度 電子情報通信学会 業績賞 猿渡岱爾, 中嶋信生, 田中慶次「準マイクロ波帯陸上移動伝搬特性の解明」
- (2) 1992年度 電子情報通信学会 業績賞 吉田進, 竹内勉, 池上文夫「高速デジタル移動通信の多重波伝搬と変復調方式の研究」
- (3) 1993年度 電子情報通信学会 業績賞 赤岩芳彦, 永田善紀「移動通信用線形デジタル変調方式の先駆的研究開発」

警察用デジタル移動無線

デジタル移動無線システムは、アナログ FM 方式に比べ 2 倍の周波数帯域幅を必要としていた。この課題を解決するため、8kbps 以下でフェージングによる 10^{-2} 以上のビット誤り率でも良好な音質を確保できる新たなコーデック技術と、これを用いた 8kbps 狭帯域デジタル携帯無線機が開発され、1990 年度から警察用携帯

無線通信システムとして実用化された。また、同時送受話方式とプレストーク方式を統合した新しい広域デジタル移動無線システムが実用化された。これらの成果は、移動無線分野の進歩と業務用移動無線の本格的デジタル化に大きく寄与した。

文 献

- (1) 1990 年度 電子情報通信学会 業績賞 唐澤孝樹, 村田栄一郎, 一ノ瀬友次「8kbps 狭帯域デジタル携帯無線機の実用化」
- (2) 1994 年度 電子情報通信学会 業績賞 鎌田邦廣, 白幡邦彦, 今野峻「統合デジタル移動通信 (WIDE) システムの実用化」

移動体衛星通信システム

1980～90 年代に移動体衛星通信システムの研究開発・実用化が進められた。国際通信では、インマルサット用デジタルシステムを提案し、インマルサット B/M/ミニ M、航空衛星通信システムの実用化に貢献した。また、1987 年に打ち上げられた技術試験衛星 ETS-V を用いて移動体衛星通信システムの総合的な研究開発が進められた。さらに、マルチビーム通信衛星の電力有効

利用を可能とするマルチポートアンプ (MPA) が発明され、技術試験衛星 ETS-VI での宇宙実証の後、静止衛星 N-STAR を用いた S バンド (2.6/2.5GHz) 帯移動体衛星通信サービスが実用化された。MPA は国内外のマルチビーム移動体通信衛星に適用されるなど、これらの成果は移動体衛星通信技術の発展に大きく貢献した。

文 献

- (1) 1991 年度 電子情報通信学会 業績賞 近藤喜美夫, 大森慎吾, 石出明「移動体衛星通信の研究開発」
- (2) 1996 年度 電子情報通信学会 業績賞 萩原英二, 山本浩治, 中川一夫「S バンド移動体衛星通信システムの研究実用化」
- (3) 1998 年度 電子情報通信学会 森田賞 平田康夫, 安田豊, 沖中秀夫「インマルサットデジタル移動衛星通信システムの開発・実用化」
- (4) 1998 年度 電子情報通信学会 業績賞 平田康夫, 安田豊, 沖中秀夫「インマルサットデジタル移動衛星通信システムの開発・実用化」
- (5) 2013 年度 電子情報通信学会 業績賞 江上俊一郎, 川合誠「マルチポートアンプの発明とマルチビーム移動体衛星通信実用化への貢献」

アンテナの高度化技術

地上局用アンテナとして高利得平面スロットアンテナが開発され、1978年に打ち上げられた世界初の実験用放送衛星「ゆり」による受信実験に成功した。さらに、1989年の衛星（BS）放送開始にあわせ、ラジアル導波路にスロットを設けた平面アンテナが開発・実用化された。また、低・中軌道衛星と地上局との間で、静止衛星

を介してデータの中継する衛星間データ中継システム用アンテナとして、マルチビームフェーズドアレーアンテナが開発され、1989年に試験衛星 ETS-VI に搭載され実証実験に成功した。このように宇宙通信・放送分野のアンテナ技術の高度化が進められた。

文 献

- (1) 1992年度 電子情報通信学会 業績賞 後藤尚久、安藤真「薄型平面アンテナに関する独創的研究」
- (2) 1997年度 電子情報通信学会 業績賞 伊藤精彦「スロットアンテナの応用に関する独創的研究」
- (3) 1997年度 電子情報通信学会 業績賞 手代木扶、中丸邦男、赤石明「衛星間通信用マルチビームフェーズドアレーアンテナの開発」

第2世代デジタル移動通信システム

大容量化とサービス面での課題解決のため、TDMA方式によるデジタル方式の考案、移動通信用音声符号化アルゴリズムなどの技術開発により、従来のアナログ方式より高性能なデジタル方式を開発し、1993年3月に商用サービスが開始された。本方式に基づき PDC として国内規格が策定された。また、移動通信ネットワークを介したインターネットアクセスに対応するた

め、従来の回線交換方式のデータ伝送速度を上回る PDC をベースにしたパケット通信システムが開発・実用化された。さらに、パケット通信の特徴を生かした多様なサービスが開発され、1999年2月には「iモード」サービスが開始された。

TDMA: Time Division Multiple Access

PDC: Personal Digital Cellular

文 献

- (1) 1993年度 電子情報通信学会 業績賞 木下耕太、若尾正義、M. J. McLaughlin「デジタル方式自動車・携帯電話方式の実用化」
- (2) 1999年度 電子情報通信学会 業績賞 大貫雅史、小林勝美、永田清人「PDC パケットデータ通信システムの開発実用化」
- (3) 野本真一、岸洋司、難波忍、「M-ブランチ選択ダイバーシチ検討のための有相関多変量ガンマ分布関数とその評価、” 信学論 (B), vol. J86-B, no. 9, pp. 1989-1999, Sep. 2003.

パーソナルハンディホンシステム

家庭用コードレス電話を外に持ち出して使うパーソナル通信システムとしてパーソナルハンディホンシステム（PHS）が開発・実用化された。PHS は、ISDN 公衆網を最大限に活用して経済化を図り、マイクロセル構成を採用して高い周波数利用効率を実現しており、国内標準

規格化された。PHS は家庭・事業所用コードレス電話や公衆移動通信サービスに利用され、その技術的先導性から国外においても導入された。後に PIAFS データ通信が導入され、インターネットアクセスなどにも使われた。

文 献

- (1) 1994年度 電子情報通信学会 業績賞 小林忠男、関口英生、羽深龍二「パーソナルハンディホンシステムの開発」
- (2) 1993年度 電子情報通信学会 業績賞 赤岩芳彦、永田善紀「移動通信用線形デジタル変調方式の先駆的研究開発」

SS/TDMA 衛星通信方式

マルチビーム衛星を用いる SS/TDMA では、TDMA による多対地あてバースト伝送に同期させてスポットビームの相互接続を動的に切り換え、衛星を効率的に運用する。本方式実現のため、ビーム間の通信需要に対して最も効率的なスイッチ切換パターンを求める解法の開発、衛星搭載用マイクロ波スイッチや TDMA 基準局と

衛星スイッチの同期技術などを開発し技術実証を行った。インテルサット VI 号衛星を用いる商用システム開発ではバーストタイムプラン作成ソフトウェアを開発し、SS/TDMA 方式の実用化に大きく貢献した。

SS: Satellite Switching

文 献

- (1) 1995 年度 電子情報通信学会 業績賞 村谷拓郎, 伊藤泰彦, 水池健「SS/TDMA 衛星通信方式の開発と実用化」
- (2) 古賀敬一郎, 村谷拓郎, 小川明, 山口政久, 野坂邦史, “高階差動位相変調を用いた衛星内再生中継方式,” 信学論 B vol. J59-B No. 8, Aug. 1976.

ブロードバンド無線 LAN 技術

1990 年代半ばより、本格的なマルチメディア無線通信の実現を目指して、ブロードバンド無線 LAN 技術の研究開発が進められた。ATM による無線アクセスの実現を目指し、高速 ATM セル伝送アーキテクチャや高速・高効率 ARQ 技術等の無線伝送技術を開発し、システム実験によりマルチメディア移動アクセスの実現性を実証した。また、マルチパスフェージングにおけるブ

ロードバンド無線通信を実現するため、パケットモード OFDM 伝送技術確立し、技術的実現性と有効性を実証した。OFDM 技術は IEEE802.11a 規格として採択され、その後の携帯電話や無線 LAN のブロードバンド無線伝送研究の方向付けに大きく寄与した。

ATM: Asynchronous Transfer Mode

文 献

- (1) 1998 年度 電子情報通信学会 業績賞 梅比良正弘, 松江英明, 橋本明「広帯域 ATM ワイヤレスアクセス技術の先駆的研究」
- (2) 2005 年度 電子情報通信学会 業績賞 守倉正博, 溝口匡人, 鬼沢武「ブロードバンド無線 LAN における OFDM 方式の先駆的研究開発」

移動体 FM 多重放送

DARC (Data Radio Channel) は、FM 放送と同時に文字や図形などのデジタル・データを多重伝送する FM 多重放送システムである。1994 年 10 月に FM 東京が「見えるラジオ」としてサービスを開始し、1996 年 4 月には道路交通情報通信システムセンター (VICS センター) が、カーナビゲーション・システム向けに道

路交通情報を配信するサービスに採用した。全国の多くの FM 放送局で実用化されており、携帯端末向けにニュース、天気、番組関連情報の放送や道路交通情報サービスに利用されている。

VICS: Vehicle Information and Communication System

文 献

- (1) 1998 年度 電子情報通信学会 業績賞 山田幸「移動体 FM 多重放送の研究開発・実用化」

スペクトル拡散通信技術

第3世代携帯電話方式に採用された符号分割多元接続(CDMA)方式の基本技術であり、高い耐干渉性を持つため、2.4GHz帯を用いるIEEE802.11規格の無線LAN方式に採用された高信頼性・高速・広帯域無線通信方式

である。また、無線LANシステムのほとんどは、スペクトル拡散通信で行われている。

CDMA: Code Division Multiple Access

文 献

- (1) 1999年度 電子情報通信学会 業績賞 丸林元, 中川正雄, 河野隆二「スペクトル拡散通信の先駆的研究」
- (2) 2005年度 電子情報通信学会 業績賞 坪内和夫「スペクトル拡散通信モデムの開発と実用化」

デジタル移動無線技術の高度化

2000～10年にかけて、有限資源である無線周波数の有効利用による加入者容量の増大や無線通信の高度化のため、効率性と汎用性、拡張性を両立したデジタル移動無線技術として、適応変調方式、ソフトウェア無線・コグニティブ無線技術、信号処理アンテナや適応的空間信号処理技術、UWB技術、MIMO技術、アドホックネットワーク・無線メッシュネットワークなどのデジ

タル移動無線通信の高度化に資する基盤技術の研究開発が進められた。それぞれの周波数帯や使用目的、環境により、通信方式や信号処理、変調方式を柔軟に変えることで最大限に周波数の有効利用を図る技術的な基盤が確立された。

UWB: Ultra Wide Band

MIMO: Multi Input Multi Output

文 献

- (1) 2000年度 電子情報通信学会 業績賞 森永規彦, 三瓶政一「適応変調方式を用いたインテリジェントな無線伝送制御技術の先駆的研究」
- (2) 2005年度 電子情報通信学会 業績賞 原田博司「ソフトウェア無線技術を用いたマルチモード無線機に関する先駆的研究・開発・普及促進」
- (3) 2007年度 電子情報通信学会 業績賞 小林岳彦, 高田潤一「UWB電波伝搬および既存ワイヤレスシステムに対する干渉の先駆的研究」
- (4) 2008年度 電子情報通信学会 業績賞 鈴木博, 府川和彦「移動体通信における適応的空間信号処理に関する先駆的研究」
- (5) 2013年度 電子情報通信学会 業績賞 小川恭孝「移動通信における信号処理アンテナの先駆的研究」
- (6) 2013年度 電子情報通信学会 業績賞 間瀬憲一「アドホックネットワーク・無線メッシュネットワーク技術の先導的研究開発」
- (7) 2014年度 電子情報通信学会 業績賞 上原一浩「ソフトウェア無線・コグニティブ無線技術の先駆的研究」
- (8) 2015年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 福園隼人, 村上友規, 工藤理一, 鷹取泰司, 溝口匡人「Weighted-Combining Calibration on Multiuser MIMO Systems with Implicit Feedback」

第3世代ディジタル移動通信 (IMT2000 : International Mobile Telecommunication 2000)

無線方式にCDMA技術を適用し、第2世代移動通信システムより、高品質な音声通信、高速・大容量なデータ通信を可能とするため、最大2Mbpsを目指して開発された第3世代移動通信システムで、世界共通仕様として標準化された。無線方式にはW-CDMA方式とcdma2000方式がある。世界に先駆けて、日本では、

2001年5月にサービスが開始された。世界共通仕様のため、国内で利用している携帯端末が同一方式を採用している海外オペレータのエリアで使用可能（ローミング）となる。

W-CDMA: Wideband Code Division Multiple Access

文 献

- (1) 2001年度 電子情報通信学会 業績賞 尾上誠蔵, 山本浩治, 村瀬淳「IMT-2000 システムの実用化」
- (2) 2002年度 電子情報通信学会 業績賞 安達文幸「第3世代移動通信方式の先駆的研究とその応用への貢献」
- (3) 2010年度 発明協会 全国発明表彰内閣総理大臣発明賞 安達文幸, 佐和橋衛, 樋口健一, 大野公士, 東明洋, 「W-CDMAにおけるセル探索時間短縮技術の発明」

第4世代ディジタル移動通信 (LTE : Long Term Evolution)

無線アクセス方式として下りにOFDMA技術、上りにSC-FDMA技術を適用し、さらにMIMO技術を用いることにより、第3世代移動通信システムをさらに高速にした100Mbps級のブロードバンド移動通信システムであり、LTE-Advanced技術により、さらなる高速・大容量化が進められた。LTEではIPパケット伝送に最適なネットワークアーキテクチャを採用しており、音声通話ではQoS制御をされたパケット通信上で音声

データを送受信するVoLTE技術が用いられ、より高品質な音声通信サービスが提供されている。日本では2010年12月にLTEサービスが開始された。なお、上り/下りの無線チャネルの使い方により、FDD-LTE/TD-LTEの方式がある。

OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access

SC-FDMA: Single Carrier, Frequency Division Multiple Access

文 献

- (1) 2011年度 電子情報通信学会 業績賞 尾上誠蔵, 三木俊雄, 中村寛「LTEの実用化」
- (2) 2013年度 通信文化協会 前島密賞 三木俊雄, 保田佳之, 中村寛, 中村武宏「LTEの標準化活動への貢献を含む開発・実用化」
- (3) 2015年度 電子情報通信学会 業績賞 前原昭宏, 安部田貞行, 徳弘徳人「LTE-Advancedを実現する高度化C-RANの実用化」
- (4) 2015年度 通信文化協会 前島密賞 杉山一雄, 前原昭宏, 二方敏之「標準化への積極的貢献による高音質・高効率なVoLTEの早期実用化」
- (5) 2016年度 電子情報通信学会 業績賞 河原敏朗, 渡邊靖之, 二方敏之「3.5GHz帯TD-LTEサービスの実用化」

マイクロ波無線中継方式

従来の64QAM方式に比して伝送容量・周波数利用効率共に倍増し、10bit/s/Hzという高い周波数利用効率を達成する256QAM無線中継方式を開発・実用化し、全国に導入された。本方式実現のために開発された多値

変調技術、各種フェージング補償技術、干渉補償技術は無線通信の基盤技術をなす画期的なものであり、人類固有の財産である電波資源の有効利用に貢献した。

QAM: Quadrature Amplitude Modulation

文 献

- (1) 1993年度 電子情報通信学会 業績賞 小牧省三, 村瀬武弘, 小檜山賢二「256QAM無線中継方式の実用化」
- (2) 1984年度 電子情報通信学会 論文賞 中嶋信生, 島貫義太郎, 阿部紘士, 古野孝允「広角指向性と交差偏波特性の優れた4, 5, 6GHz帯オフセットアンテナ」

ポケベル技術：最初のマス向け ワイヤレスサービス

無線呼出し（ポケットベル）は我が国初の単方向無線携帯メッセージ通信サービスであり、1968 年 7 月に開始された。無線呼出しシステムでは、端末は各基地局から同一無線周波数で同時送信される呼出し信号を受信す

る。その後、数字や文字の送信が可能となり、急激に利用が拡大したが、携帯電話の普及とともに、その役割は限定されたものとなり、2017 年時点では 1 社のみのサービス提供となっている。

文 献

- (1) 小川圭祐, “無線呼出しサービスの現状と展望,” 信学誌, Vol. 71, No3 pp. 248-250, Mar. 1988.
- (2) NTT 技術史料館 http://www.hct.ecl.ntt.co.jp/panel/pdf/3_1_1-9.pdf

八木・宇田アンテナ

線状の給電素子（放射器）と無給電の反射器及び導波器で構成された、導波器方向に単一指向性を持つ八木・宇田アンテナが発明された。このアンテナの発明前は半波長よりやや長い反射器の効果は既に知られていたが、半波長よりやや短い導波器の効果は知られていなかった。導波器の数を増やすことで指向性を鋭く高利得化で

きることから、レーダやテレビジョン放送受信用として広く利用されている。このアンテナに関するはじめての論文は 1925 年に宇田により発表され、1926 年にアンテナの構造や指向性などの詳細が八木・宇田の連名により英文で発表された。

文 献

- (1) 国立科学博物館重要科学技術史資料第 00210 号「八木・宇田アンテナー世界最初の超短波アンテナー」
- (2) 1995 年 IEEE マイルストーン「Directive Short Wave Antenna, 1924」
- (3) 電子情報通信学会編, アンテナ工学ハンドブック第 2 版, オーム社, 2008.
- (4) 宇田, “アンテナ特集号によせて,” 電気通信学会雑誌, vol. 48, no. 4, pp. 517-521, Apr. 1965.
- (5) 1936 年度 電気通信学会 功績賞 八木秀次
- (6) 1953 年度 電気通信学会 功績賞 宇田新太郎

自己補対アンテナ

無限に広い完全導体板の 2 分の 1 で構成され、板の部分の形状と穴に相当する部分（スロット）の形状が同じであり、2 端子の場合は無限に広がる 2 枚の導体板間の入力インピーダンスが周波数に無関係に $60\pi \approx 188\Omega$ となる特徴を持つ、1948 年に虫明により考案されたアンテナである。形状に制限がないため様々な形状や変

形近似された自己補対アンテナが研究され、超広帯域アンテナである対数周期アンテナも自己補対アンテナを原型として開発された。これらのアンテナはテレビジョン放送受信用や電波天文学、超伝導送受信器などに利用されている。

文 献

- (1) 1982 年度 科学技術庁長官賞 虫明康人「自己補対アンテナ及び線状アンテナの研究開発」
- (2) 2017 年 IEEE マイルストーン「The Discovery of the Principle of Self-Complementarity and the Mushiake Relationship, 1948」

TYK 無線電話機

モールス符号による無線電信しかなかった時代に、無線で声を送る世界初の「無線電話」を1912年に発明し、日本で最初の通話試験に成功した。この装置は「TYK式無線電話機」と呼ばれ、世界に先駆けて実用化された無線電話機であり、1913年に三重県の鳥羽と神島（鳥羽から約14kmの離島）などに設置され、通話実験成功

の後、1916年より無線電話による公衆通信サービスが開始され、1万5,000通話以上の実用実績を残した。その後、TYK式無線電話は外国特許を獲得し、日本の技術の海外紹介に貢献した。

TYK: 発明者の鳥潟右一・横山英太郎・北村政治郎の頭文字

文 献

- (1) 横山英太郎, “1. 明治大正時代の無線通信（電気通信学会のれい明期）,” 電気通信学会 50 年史 第3部, pp.139-140, 電子通信学会, 東京, 1967.
- (2) 丸毛登, “2. 真空管通信のれい明期（電気通信学会の創立）,” 電気通信学会 50 年史 第3部, pp.140-143, 電子通信学会, 東京, 1967.

富士山レーダー

標高3,776mの富士山頂に1964年10月に台風被害を予防する目的で設置された当時世界最高の高さにあった気象用レーダーで、探知エリアは半径800kmで本州と四国をカバー可能であり、太平洋上の台風の探知も可能で

あった。昭和52年に気象衛星「ひまわり」が打ち上げられ高精度の観測が可能になり、1999年11月、富士山レーダーは老朽化もあって、運用を終了した。

文 献

- (1) 2000年 IEEE マイルストーン [Mount Fuji Radar System, 1964]

MU レーダー

1984年に建設された二次元アクティブフェーズドアレーアンテナシステムを用いたMUレーダー（中層超高層大気観測用大型レーダー）は、アジア域最大の大気観測レーダーとして10余年にわたり年間3,000～4,000時間にわたり中層・超高層大気や下層大気を観測し、貴重な

データを蓄積した。MUレーダーにより、連続的で柔軟な大気観測が可能となり、大気科学のみならずレーダー技術の発展に貢献した。

MU: Middle and Upper Atmosphere

文 献

- (1) 2015年 IEEE マイルストーン [The MU (Middle and Upper atmosphere) radar, 1984]

狭域通信 (DSRC) の 多目的利用を実現する通信基盤

DSRC (Dedicated Short Range Communications) の多目的利用を実現するため、狭域の無線通信エリアを高速移動する車への情報提供のような低遅延・高効率通信と、駐車場などにおける決済サービスのような高信頼・大容量通信の双方に対応可能な通信プロトコルを開発

し、国内外の標準規格・ガイドライン化を実現して、DSRC 応用サービスの通信基盤確立に大きく寄与した。2009 年度から実運用を開始した ITS スポットサービスに採用され、ITS の発展に貢献している。

ITS: Intelligent Transport System

文 献

- (1) 2011 年度 情報処理学会 喜安記念業績賞 伊川雅彦, 後藤幸夫, 熊澤宏之, 森田茂樹「自動車向け狭域無線通信システムの通信基盤確立と標準化および実用化」

依佐美送信所

依佐美送信所は、愛知県依佐美 (現：刈谷市) に設置された高さ 250m のアンテナ鉄塔 8 基からなる当時世界最大規模の長波用送信設備であり、1929 年に世界ではじめて 17.442kHz の周波数でヨーロッパと日本の間の双方向無線通信を実現した。海面下まで電波が届く長波の

特性から、太平洋戦争時には対潜水艦との通信拠点として使用され、真珠湾攻撃の攻撃開始信号も送信された。1950 年に米軍が潜水艦への通信のために接收し、1993 年まで、米軍の軍事通信施設として利用された。

文 献

- (1) 2007 年「日本機械学会 機械遺産」
- (2) 2008 年「国立科学博物館 重要科学技術史資料 (未来技術遺産)」
- (3) 2009 年 IEEE マイルストーン「Yosami Radio Transmitting Station, 1929」

アンテナ設計法の高度化

無線通信におけるアンテナの役割の高度化、複雑化に対して、アンテナ設計法の高度化に関する研究が進められた。高分解能到来方向推定のためのアレーキャリブレーション法、2 重曲面反射鏡理論の一般化による曲率

を有する扇形ビーム合成法、誘電体近傍のアンテナのインピーダンス計算法の高速度手法などの成果が創出された。

文 献

- (1) 2009 年度 電子情報通信学会 論文賞 山田寛喜「高分解能到来方向推定のためのアレーキャリブレーション手法」
- (2) 2003 年度 電子情報通信学会 論文賞 野本真一「2 重曲面反射鏡理論の一般化による曲率を有する扇形ビームの合成」
- (3) 2008 年度 電子情報通信学会 論文賞 喜安善市賞 陳強, ザイファイチン, 袁巧微, 澤谷邦男「誘電体に対するガラキンモーメント法—端部電荷を考慮した直方体モノポール間の自己・相互インピーダンスの単積分化—」

IrDA 標準化

IrDA (Infrared Data Association) は波長 850 ～ 900 nm の赤外線による無線インタフェースの業界標準化を目指して設立されたコンソーシアムである。IrDA で標準化された方式は、IEEE 802.11 の PHY (物理層) 規格の一つとなっている。当初は、ノートパソコンや PDA 間の情報流通を非接触、ケーブルレスで実現する

インタフェースとして利用されてきた。その後、移動通信の急速な普及に伴い、移動通信端末への赤外線通信技術の適用の検討が行われ、1997 年 10 月の総会において、移動通信端末の赤外線通信規格である IrMC (Specifications for Ir Mobile Communications) 規格が標準化されている。

文 献

- (1) 1994 年 IrDA DATA 1.0 版, 1.2 版 SIR (Serial Infr Red) 低速仕様 規格化
- (2) 1994 年 IrDA DATA 1.1 版, 1.3 版 MIR (Medium Infr Red) 中速仕様 規格化
- (3) 1995 年 IrDA DATA 1.1 版, 1.3 版 FIR (Fast Infr Red) 高速仕様 規格化
- (4) 1998 年 IrDA DATA 1.4 版, VFIR (Very Fast Infr Red) 超高速仕様 規格化

ベルリンオリンピックにて日独間無線写真電送の成功、東京・八丈島（富士山中継）の超短波多重回線の開設

1936 年のベルリンオリンピックにおいて、NE 式受信装置を用いてベルリン・東京間で写真電送実験が行われ、実用に耐えうる結果を収めることができた。これによりその後の FAX 技術の発展に大きく寄与することとなった。実験機器の一部はドイツ側からの貸与品のため実験の期間等に制限がある状況であったが、日本から参

加したエンジニアが現地で迅速な装置改修を行うなど様々な工夫を行ってこれを乗り越え、部分的には当時の海外の技術と比較しても優れた結果を残した。そのような技術的な結果のみならず、海外のエンジニアとの共同実験におけるノウハウや自信を獲得したことも、当時の時代背景を鑑みると大きな功績と言える。

文 献

- (1) 「伯林 “東京間無線写真電送実験に就いて,”」 信学誌, 第 163 号, pp. 759-781, Oct. 1936.

秘匿通信のための位相変調方式

位相変調の研究について、我が国においては 1932 年頃から鯨井恒太郎氏・阪本捷房氏により秘密通信用の位相変調に関する研究が行われている。これはインピーダンスブリッジを応用して電極の位相を変化させる方法についてのもので、位相が変化する様子を一般的に論じ、秘密通信（秘密電信電話）に対して位相変調を利用する

方法について述べ、それを実践的に確認している。具体的には、ブリッジの 3 辺を抵抗とし 1 辺に蓄電池を用いることにより振幅が一定で位相のみが変化する位相変成器が得られる事を確認し、電源に可聴周波あるいは無線周波数を用いる事で秘密通信ができることを実証した。

文 献

- (1) 喜安善市, “わが国の独創的研究,” 電子情報通信学会 75 年史 第 2 部, pp. 208-210. 電子情報通信学会, 東京, 1992.
- (2) 鯨井恒太郎, 阪本捷房 “位相変調と秘密通信,” 電學誌, vol.52, no. 525 pp. 340-345, Apr. 1932.

電波伝搬における電離層の研究

我が国における電離層の研究は1930年代に前田憲一氏や難波捷吾氏らにより行われた。当時の主な業績は、電離層内の電波伝搬、電離層における電子密度の世界分布と高さ分布、電離層の電気力学的挙動、電離層赤道異

常の発見等である。電離層と電波の到達距離や電離層と電波の受信強度の関係が体系的に表され、またフェージングを考慮した研究の重要性を示す等、重要な基礎研究が行われ、戦後の通信工学再建の礎を築く形となった。

文 献

- (1) 古賀利郎, “集中定数回路論と分布定数回路論をめぐって,” 電子情報通信学会 75 年史 第 2 部, pp. 122-124, 電子情報通信学会, 東京, 1992.
- (2) 難波捷吾 “電気通信工学の発展と人間社会,” 信学誌, vol. 68, no. 6, pp. 777-778, Aug. 1986.
- (3) 前田憲一 “電離層,” 信学誌, 第 199 号, pp. 67-70, Oct. 1939.

超音波振動装置

数万サイクルの強力な超音波を発生可能な NA 式磁歪振動装置を開発し、これによる水中無線電話装置を用いて、塩釜港外で実験を行い、水深約 2m 距離約 500m

の水中で、0.5W の弱電力を利用して市内電話と同様の品質の通話に成功した。また、この NA 式磁歪振動装置は、魚群探知機の開発にも利用された。

文 献

- (1) 抜山平一 “抜山平一先生の生涯,” 信学誌, vol. 48, no. 10, pp. 1627-1628, Oct. 1965.
- (2) 『大阪毎日新聞』1936 年 7 月 25 日 (神戸大学経済経営研究所 新聞記事文庫 電気工業 (20-006)).
- (3) 発明協会 「戦後日本のイノベーション 100 選 魚群探知機」

超短波電波による無線多重電話方式

無線多重電話方式の設計に必要な非直線歪による漏話量の推定方法を明らかにし、超短波による搬送式多重回線の計画を提唱して、1940 年に石崎 (青森側) と当別 (北海道側) 間 61km を結ぶ電話 6 チャンネルの超短波多重電話回線 (75MHz) の実用化に成功した。この成果

は、その後のマイクロ波による多重通信方式の確立に大きく寄与した。また、無人無電力の電波中継を行う方法として、無給電空中線を用いる電波中継方式が検討された。

文 献

- (1) 1944 年 電気通信学会 秋山・志田記念賞 森田清, 森村喬 「無給電空中線列に依る電波の中継」
- (2) 1940 年 電気通信学会 秋山・志田記念賞 米澤滋, 田中信高 「無線多重電話回線に於ける非直線歪による漏話の研究」

全国地方銀行協会データ通信システム

1968年7月1日に日本電信電話公社がデータ通信サービスとして提供を開始した。全国62地方銀行の約4,100店舗を結ぶ、世界的な規模のシステムであった。特に、

各銀行の多種多様な装置を用いた通信網をそのまま利用、接続することにより全国的ネットワークを構築した。

文 献

- (1) 1968年度 電子通信学会 業績賞 北原安定「全国地方銀行協会データ通信システムの実用化」

万国博データ通信システム

1970年3月15日から9月13日まで大阪・千里丘陵で開催された日本万国博覧会は参加79ヵ国、観客約6,420万人となる最大規模の国際行事であった。万国博の電気通信設備と会場運営を依頼された日本電信電話公

社が開発したデータ通信システム。展示・催し物行事案内システム、入退場情報、場内混雑情報、駐車情報、迷子案内や待ち合わせ案内情報システム等を実現し、スムーズな会場運営に貢献した。

文 献

- (1) 1970年度 電子通信学会 業績賞 熊谷三郎、伊佐進、平沢誠啓「万国博データ通信システムの実用化」

科学技術計算データ通信システム “DEMOS”

日本電信電話公社は、1971年3月、我が国ではじめて不特定多数の利用者を対象としたタイムシェアリングシステムである科学技術計算システム（DEMOS；Dendenkosha Multiaccess On-line System）を実用化した。

本システムの登場は、利用者がいつでも必要なだけ大型コンピュータのもつ高度な機能を経済的に利用できるコンピュータユーティリティ時代の先駆けをなすものといえる。

文 献

- (1) 1971年度 電子通信学会 業績賞 広田憲一郎、美間敬之、大前義次「科学技術計算データ通信システム（DEMOS）の実用化」

国際テレックス電子交換システム

社会経済の情報化に伴う国際テレックスサービスの多様化要求に応えるため、KDDが10年間にわたる研究開発を経て、1976年8月に商用導入した。システムの基本構成としては、テレックス回線と中央処理装置の間

に回線制御装置と交換制御装置を介在させた階層構成とし各種交換機能を分割制御することにより、大容量の交換が可能となりかつ多様な国際間信号条件に対する適応性を備えたシステムとなっている。

文 献

- (1) 1976年度 電子通信学会 業績賞 中込雪男、関邦秀、大山昇「国際テレックス電子交換システム」

電子番号案内方式

電話の一般家庭への普及に伴い、電話帳を用いて行われていた番号案内サービス業務の数々の問題（案内待ち時間、オペレータの負担、紙資源増加）が顕著となってきた。日本電信電話公社は、それらの問題を解決するた

め、電話帳のデータベース化、あいまい情報からの適切な検索、24時間サービスが可能な堅牢なシステム構成を実現し、商用サービスに導入した。

文 献

- (1) 1987 年度 電子情報通信学会 業績賞 坂井陽一、池浜英夫、宮部博「電子番号案内方式の実用化」

OSI 通信システム

OSI 参照モデルに対応する各種ソフトウェアや通信ボードを世界に先駆けて開発・実用化し、我が国におけ

る高速・高信頼の異機種コンピュータ間通信の実現に大きく貢献した。OSI: Open Systems Interconnection

文 献

- (1) 1992 年度 電子情報通信学会 業績賞 小野欽司、浦野義頼、鈴木健二「OSI 通信システムの開発・実用化」

知的情報通信システム設計法

優れた設計者や技術者が保有する貴重な設計知識や設計情報の効果的な活用及び、利用者指向の情報通信システムのアーキテクチャの柔軟性や頑健性の向上をコンセプトとした知識型設計方法論を確立した。エージェント

指向分散処理システム構築支援環境とプロトタイプを開発し、ネットワーク社会のインフラとなる知的情報通信システムの開発を効果的に支援する設計法とその応用技術の高度化において先導的役割を果たした。

文 献

- (1) 2000 年度 電子情報通信学会 業績賞 白鳥則郎、菅原研次、木下哲男「知的情報通信システムの設計法とその応用」

国際インターネット接続, 日本初のポータルサイト構築

1988年8月、NTTとスタンフォード大学内に設置のゲートウェイとの間でTCP/IP接続実験に成功し、IPパケットがはじめて太平洋を横断した。この実験では、IPパケットをX.25パケットで転送するIP over X.25プロトコルが使用された。同年9月にARPANETとのIP相互接続を開始した。

1993年9月、NTTによりWebサーバ「NTTホームページ（www.ntt.jp）」が立ち上げられ、他のWebページを紹介する「日本の新着情報」や「URLの広場」など、日本初のポータルサイトとして発展し、1995年1月の阪神淡路大震災の際には、インターネットによる情報共有の有用性を示した。

文 献

- (1) 1991年度 情報処理学会 元岡賞 村上健一郎「インターネットワークに関する研究」
- (2) 1994年 マルチメディアソフト振興協会 マルチメディアグランプリ'94 ネットワーク部門 パブリック賞 高田敏弘、坂本仁明、佐藤進也、上水流由香、丸山美奈「NTT WWW 情報サーバー」

高圧縮率音声符号化のための 線スペクトル対（LSP）方式

LSP方式は限られた伝送帯域で多くの音声通信を行うために、音声の高圧縮符号化を実現するための基本技術として、1975年に日本電信電話公社で開発された。

1990年代には、ほぼすべての音声符号化の国際標準に採用され、世界規模の急速な携帯電話やIP電話の普及に貢献した極めて重要な技術である。

文 献

- (1) 1981年度 電子通信学会 業績賞 板倉文忠、管村昇「音声分析合成方式の研究」
- (2) 2014年 IEEE マイルストーン「Line Spectral Pair (LSP) for high-compression speech coding, 1975」

放送システムの高度化技術

本件は、総合放送自動化システムとテレビ標準方式変換装置に関する成果である。

総合放送自動化システムは、放送番組制御機器の自動割当と制御、番組送出の自動制御、全国に広がる放送回線網の集中制御などの機能を包含するものとして開発され、放送業における運用業務の経済性、信頼性および保守運用性を飛躍的に向上させた。1968年11月から全

面的な運用開始となり、米、英、独、仏の高度工業国とその放送機関からも高く評価された。

またテレビ標準方式変換装置は、一つの装置で、欧州方式と日本方式の両方向のテレビジョン方式変換が可能な全電子方式変換装置として世界ではじめて完成され、テレビ番組の国際交換に大きく貢献した。

文 献

- (1) 1969年度 電子通信学会 業績賞 野村達治、松浦隼雄、城見多津一「総合放送自動化システムの開発」
- (2) 1971年度 電子通信学会 業績賞 坂田晴夫、富田正義、吉田純一「テレビ標準方式変換装置の実用化」

テレビジョン多重放送方式

テレビ多重放送には、テレビ音声多重放送、文字放送、静止画放送などが含まれるが、本研究はこれらの各種多重放送について独自性、発展性の高い方式の研究開発を行い、テレビ音声多重放送の実用化、文字放送、静

止画放送の方式の確立など、テレビ放送の新分野の開拓に大きく貢献した。特にテレビ音声多重放送においては、普及性の高い実用的な受信機を開発し、世界に先駆けた実用化に大きく寄与した。

文 献

- (1) 1979 年度 電子通信学会 業績賞 沼口安隆「テレビジョン多重放送方式の研究開発」
- (2) 1978 年度 映像情報メディア学会 丹羽高柳賞 沼口安隆「テレビジョン多重放送方式の研究開発」

ゴースト対策技術

本件はテレビジョン放送電波の複雑なゴースト現象を根本的に解明した成果である。ゴースト障害の原因となる都市構造を含めた多重伝搬現象を解明し、多重波を分離してこれらの物理量の測定手法の開発とその具体化、

複数ゴースト障害の統一的評価手法を開発した。この成果は、世界初の電波吸収壁の開発実用化などの具体的対策の推進につながり、テレビジョン放送受信技術の向上に大きく貢献した。

文 献

- (1) 1980 年度 電子通信学会 業績賞 遠藤幸男、滝沢武「ゴースト対策の研究開発と実用化」

テレビジョン同期放送方式

テレビジョン同期放送方式は、混信妨害を生ずる恐れのある2局の搬送波周波数を正確に合せることによって、近接する地域で、オフセットキャリア方式のごとく3局に制限されずに、同一チャネルの繰り返し利用を可

能とした成果である。

この技術開発によって同期放送を導入するための技術課題が解決され、1987年に同期放送方式が実用化された。

文 献

- (1) 1987 年度 電子情報通信学会 業績賞 石川嘉彦、長妻忠雄、高山享「テレビジョン同期放送方式の開発・実用化」

衛星ディジタル放送

本件は衛星放送に割り当てられた帯域を有効利用する方法の研究成果である。搬送波に信号を載せる変調方式において、誤り訂正と変調を一体化したトレリス 8PSK というデジタル変調方式を採用し、同じ帯域幅における

伝送容量を拡大させた。本成果により、BS 1 チャンネルあたりハイビジョン 2 番組とデータ番組など高品質で多様な放送が可能になった。

PSK: Phase Shift Keying

文 献

- (1) 2000 年度 電子情報通信学会 業績賞 山田宰, 松村肇, 加藤久和「BS デジタル放送伝送方式の開発・実用化」

地上ディジタル放送

日本初の地上ディジタル放送用 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 実験装置を開発、OFDM 伝送されたテレビジョン映像の移動受信実験に世界ではじめて成功した。周波数資源を最大限に有効活用する BST-OFDM 方式を提案・開発し、(株)次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所と協力し、日本

の地上ディジタル放送伝送方式の開発を進め、BST-OFDM を基本とした ISDB-T 方式開発の中核的役割を果たした。

BST: Band Segmented Transmission

ISDB-T: Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial

文 献

- (1) 2004 年度 電子情報通信学会 業績賞 山田宰, 齊藤正典, 黒田徹「地上デジタル放送伝送方式の研究開発」
 (2) 2009 年度 発明協会 全国発明表彰 木村武史, 高田政幸, 黒田徹, 森山繁樹, 中原俊二, 上原道宏, 土田健一, 岡野正寛, 佐々木誠, 福地茂雄「地上デジタル放送伝送技術の発明」
 (3) 高木幸一, 小林亜令, 内藤整, 小池淳, 松本修一, “携帯電話プロファイル対応通信・放送連携携帯端末の開発,” 電子情報通信学会モバイルマルチメディア通信研究会, pp. 37-42, Sep. 2004.

次世代 IPTV 技術

ディジタル放送と IP 伝送とを融合させるメディア連携技術, 効率的伝送技術などを開発し, 次世代 IPTV の基盤技術を確立した。放送局や家電メーカーとのアライアンスを進め, 地上ディジタル放送の再送信を含む IPTV

の実現と普及に貢献した。代表的なサービス「ひかり TV」を含む NTT の映像配信サービスは 450 万契約を超過 (2017 年度末時点), この普及の原動力として貢献した。

文 献

- (1) 2007 年 高柳健次郎財団 高柳記念奨励賞 川添雄彦「放送通信連携を推進する次世代 IPW 技術の研究開発に対する貢献」

テレビ技術のパイオニア

本件は、電子式テレビジョン技術に関する先駆的な取り組みに関するものである。1926年12月、高柳健次郎氏によって、世界ではじめてブラウン管上に、「イ」の文字が電子的に表示され、ブラウン管を応用した世界初の電子式テレビジョン受像機が実現された。1935年に

は全電子式テレビジョンシステムが開発され、1939年にテレビジョン放送に成功した。これらの先駆的な業績が、日本のテレビジョン及びその関連産業が世界のリーダーへと成長する基礎を形成した。

文 献

- (1) 1955年 総理府 紫綬褒章 高柳健次郎
- (2) 1980年 総理府 文化功労者 高柳健次郎
- (3) 1981年 総理府 文化勲章 高柳健次郎
- (4) 2009年 IEEE マイルストーン「Development of Electronic Television, 1924-1941」

デジタル映像の符号化技術と伝送装置

本件は、デジタル映像のHD化における映像符号化技術と映像伝送装置に関する成果である。高品質、低電力の符号化アルゴリズム・LSIの開発、公衆IP網での放送品質の映像配信技術、多段中継時の色にじみ劣化抑制技術などの実用化により、高解像度でリアルなHD映

像機器及び伝送コストの大幅な削減を可能にした。本開発によるH.264映像伝送装置は世界中の放送局で採用され、民生機器から業務用放送機器までの幅広い分野でHD映像を活用した産業の発展と世界規模でのHD映像の普及に貢献した。

文 献

- (1) 2013年度 文部科学省 文部科学大臣表彰 中川章、大塚竜志、宮坂秀樹、渡部康弘、小林俊輔「デジタル映像の符号化LSIと伝送装置の開発」
- (2) 2013年度 新技術開発財団 市村産業賞 貢献賞 中川章、宮坂秀樹、大塚竜志「デジタル映像伝送装置の開発」
- (3) 2016年 内閣府 紫綬褒章 中川章「デジタル映像の符号化技術と伝送装置の開発」

HTML5を用いた放送通信連携システム “Hybridcast”

放送と通信を連携させた新しいテレビサービスを実現した成果である。インターネットで使用されているHTML5を使用することから、高画質な画像やアニメーションなどの大量の情報を放送と同じ品質で表示するこ

とが可能である。将来的には、番組に関連したインターネット上の情報を提供、ソーシャルネットとの連動、双方放送を利用、スタジオを自分好みに変更することが可能になる予定である。

文 献

- (1) 2013年 高柳健次郎財団 高柳健次郎業績賞 松村欣司「放送通信連携サービス基盤技術の研究」

直接衛星放送技術

本件は1984年に実現された世界初の直接衛星放送技術に関する成果である。

直接衛星放送の実現に向け、低雑音ダウンコンバータ搭載の小型パラボラアンテナによる家庭用受信機や、成型ビームアンテナを搭載する放送衛星本体とその管制技

術、衛星放送用の12GHz帯の電波に関する伝搬特性の調査研究、衛星放送サービスの研究等の成果を重ね、山間部や離島などを含む日本全国の世帯でテレビ放送の受信が可能となり、現在世界各国で利用されている衛星放送サービスの基礎を築いた。

文 献

- (1) 2011年 IEEE マイルストーン [First Direct Broadcast Satellite Service, 1984]

カラーテレビ信号高能率 ディジタル伝送技術

本件は、画像の品質をそのままにして、そのデータ量を大幅に減らすカラーテレビ信号高能率符号化技術に関する成果である。

新しいフレーム間適応予測手法による30および15Mb/s符号化方式などを開発、国際伝送実験によって

従来のFM方式を凌駕する高品質・高能率のディジタル伝送方式の可能性として、テレビ番組を放送や通信回線で送る場合に、ディジタル方式がアナログ方式以上の効率を実現できることを世界ではじめて実証し、テレビディジタル伝送技術の進歩に貢献した。

文 献

- (1) 1983年度 日本ITU協会 日本ITU協会賞 著作賞 山本英雄
- (2) 1985年度 映像情報メディア学会 丹羽高柳賞業績賞 山本英雄「カラーテレビ信号高能率ディジタル伝送技術の研究開発」

実写ベースバーチャルスタジオ

本件は、スタジオで撮影している映像の背景に、遠隔地から伝送した全天周映像をリアルタイムに合成できる、実写ベースのバーチャルスタジオシステムの開発に関する成果である。CG合成だけではなく、全天周の実

写映像をカメラの動きに合わせた背景として手軽に合成でき、スタジオの出演者があたかも取材現場にいるかのような映像制作が可能になった。

文 献

- (1) 2014年度 日本映画テレビ技術協会 技術開発賞 加藤大一郎、武藤一利、三ツ峰秀樹「小型姿勢センサーを用いた手持ちカメラによるバーチャルスタジオの開発」
- (2) 2015年度 放送文化基金 放送文化基金賞 加藤大一郎、三ツ峰秀樹、武藤一利「小型姿勢センサーを用いたハンディカメラによるバーチャルスタジオの開発と実用化」

電磁両立性（EMC）技術

1970 年度の雷害対策を手始めに、ICT 技術の発展や各種電子、電気機器の性能向上などに伴う EMC 問題解決に取り組み、高精度かつ実用的な電磁ノイズ測定技術や故障対策技術、通信装置あるいはシステムが満足すべき技術の要件を確立した。これらは国際標準にも採用さ

れ、現在も全世界で活用されている。これにより、信頼性の高い通信ネットワークの実現と健全な情報通信社会の発展に大きく寄与している。

EMC: Electromagnetic Compatibility

文 献

- (1) 2011 年度 文部科学省 文部科学大臣賞 雨宮不二雄、小林隆一、田島公博、服部光男、秋山佳春「通信 EMC の国際標準化と開発」
- (2) 2011 年度 電波産業会 電波産業会功績賞（会長賞）雨宮不二雄、秋山佳春、長部邦弘「電磁妨害波測定法及び測定器の開発と CISPR 等における国際標準化への貢献」
- (3) 2009 年度 国際電気標準会議（IEC）IEC1906 賞 杉浦行
- (4) 2008 年度 通信協会 前島密賞 雨宮不二雄、田島公博、小林隆一「通信 EMC 技術の開発と国際標準化」
- (5) 2007 年度 電子情報通信学会 業績賞 田島公博、雨宮不二雄、小林隆一「通信 EMC 技術の開発と国際標準化への貢献」
- (6) 2007 年度 日本電気協会 澁澤賞 小林隆一、雨宮不二雄、服部光男、田島公博、秋山佳春「容量性電圧プローブの開発及び国際標準化」

卓上電話機

3 号自動式卓上電話機（1933 年）は、従来のスタンド型から送話器と受話器が連結され、代表的な標準電話機として約 20 年にわたって貢献。

1950 年には、純国産実用電話機「4 号自動式卓上電話機」が完成。送受話器の感度は当時の世界水準を完全に凌駕し、「ハイファイ電話機」と呼ばれる。

600 形電話機（1960 年）は、送・受話機、電話機回

路、ダイヤルなどの研究、硬質塩化ビニル射出成型きょう体で、通話性能と経済性の上で完成された電話機といわれる。「黒電話」の愛称で全国で利用、加入電話の普及につながる。量産性・通話性能で、ほぼ完成されており、プッシュホン、各種公衆電話機などが生まれる基盤を確立した。

文 献

- (1) 1965 年度 電気通信学会 業績賞 増沢健郎、三浦宏康、山口善司「600 形電話機の実用化」
- (2) 2000 年度 日本音響学会 功労賞 山口善司
- (3) 早坂寿雄、小林孝夫、伊藤義一、増沢健郎、山崎信雄、三浦種敏、「4 号形電話機の実用化、」電電公社研実報, vol. 2, no. 1, pp. 1-75, 1953.

ファクシミリ

ファクシミリ符号化方式「READ 方式」「AM-PM-VSB 方式」などを開発し、ファクシミリ規格への採用として採用されることで、ビジネスから一般家庭に至るまで世界規模での急速なファクシミリ、ファクシミリ通

信網サービス（F ネットサービス）の普及に貢献した。G3 ファクシミリの国際標準化にも貢献し、国際的にファクシミリの相互通信の確保と将来の進展に大きく寄与した。

文 献

- (1) 1966 年度 電気通信学会 論文賞 窪田啓次郎、小林一雄、太田ひさ、岡島嘉太郎、南保昭吾「静電記録による高速度プリンタの一方式」
- (2) 1973 年度 電子通信学会 論文賞 釜江尚彦、小杉信、星野肇夫「図形のドット表示」
- (3) 1979 年度 電子通信学会 論文賞 鈴木豊、結城皖曠、小林一雄「AM-PM ファクシミリ伝送方式」
- (4) 1979 年度 電子通信学会 業績賞 山田豊通、山崎泰弘「ファクシミリ信号の 2 次元逐次符号化方式の研究」
- (5) 1981 年度 科学技術庁長官賞 山田豊通「ファクシミリ 2 次元高能率符号化方式」
- (6) 1982 年度 日刊工業新聞社 日本産業技術大賞 内閣総理大臣賞 日本電信電話公社、日本電気、富士通、日立製作所、東京芝浦電気、松下電送、田村電機製作所、沖電気工業「新ファクシミリ通信方式の開発・実用化」
- (7) 1982 年度 電子通信学会 業績賞 釜江尚彦、結城皖曠、秦英遠「新ファクシミリ通信方式の実用化」
- (8) 1983 年度 科学技術庁長官賞 釜江尚彦「新ファクシミリ通信方式」
- (9) 1987 年度 発明協会 内閣総理大臣発明賞 結城皖曠、山田豊通「二次元逐次符号化方式」
- (10) 2000 年度 総理府 紫綬褒章 釜江尚彦「新ファクシミリ通信方式の開発」
- (11) 2012 年 IEEE マイルストーン「G3 ファクシミリの国際標準化」

通信標準装置

現在の通信技術とその普及の基盤となる通信・音響の標準装置を実現させた。谷忠篤は、国際的に通用する音響標準となる装置を完成させ、音の物理的な客観測定をはじめて実現。早坂壽雄は、音響機器の電気音響変換に関する可逆関係を理論的に証明し、この可逆則を用いた相互校正法を提案、音響機器および通話品質の研究・実

用化に貢献。三浦種敏と山口善司は、国際電話の伝送品質統制のための SFERT（欧州主通話標準装置）に準ずる日本主通話標準装置を再建設、A.E.N.（明瞭度等化減衰量）を採用した CCIF（国際電話諮問委員会）の ARAEN（A.E.N. 決定用通話標準装置）に呼応するため日本主通話標準装置に該機能を実装した。

文 献

- (1) 1951 年度 電気通信省 電気通信大臣表彰 三浦種敏「4 号電話機総合特性の規格の確立」
- (2) 1988 年度 日本音響学会 佐藤論文賞 三浦種敏「Active Noise Control in Duct System」

磁気カード式公衆電話

1982 年 12 月から日本初の磁気カード式プリペイドカード（テレホンカード）を使って課金を行い通話ができる公衆電話を開発、設置された。小銭がなくてもかけられるという便利さから、携帯電話が普及していない時代の外出先からの連絡手段として、日本中のユーザに利用された。

1990 年 3 月から、デジタル回線を利用するディジ

タルカード式公衆機が開発・設置され、通話以外にもファクシミリやデータの送受信を行う際の、端末接続用モジュージャックがつけられ、データ通信用のインフラとしても利用されている。現在でも引き続き日本中に設置、利用され、特に緊急時のライフラインとして大きく貢献している。

文 献

- (1) 山上功、寺沢清、「磁気カード式公衆電話、」信学誌, vol. 66, no. 3, pp. 232-234, Mar. 1983.

半導体材料の成長技術

パワーエレクトロニクス技術は、携帯情報機器、電源、インバータなどの需要は大きい。特に、近年、応用分野は広がっており、家電製品のみならず、電気自動車、インフラへの拡大が期待されている。この応用分野拡大に伴い、特性の高性能化が期待されている。従来は、Si、GaAs系半導体を使ったパワー半導体デバイスが主流であったが、材料固有の性能限界が見えてきていた。そこで、高耐圧、低損失、かつ高速動作可能なワイドギャップ半導体であるSiCへの期待が高まっていた。しかし、その良質の結晶成長は達成されておらず、デバイスプロセス技術には困難な課題が残されていた。松波、木本らは、1970年代初頭から、いち早く、次世代電子デバイスの基礎研究として、SiC結晶技術の改善に

取り組み、1987年、表面ステップに着目した高品質単結晶エピタキシャル成長法の開発に成功した。さらに、不純物ドーピング手法も確立して、SiC固有の物性を明らかにするとともに、デバイス化への道を拓いた。また、高耐圧・高速ショットキーダイオード、高耐圧pinダイオードあるいはMOSFETなどの高性能デバイスを実現した。こうした先駆的研究成果は世界中で受け入れられ、応用デバイス開発に大きく寄与している。すでに、SiC半導体は自動車用インバータなどの大幅な小型化に貢献し、次世代キーデバイスとなっており、ブレークスルーをもたらした大きな業績として評価されている⁽¹⁾⁽²⁾。

文 献

- (1) 2003年度 電子情報通信学会 業績賞 松波弘之、木本恒暢「半導体SiCの高品質エピタキシャル成長と次世代電子デバイスの基礎研究」
- (2) 2012年度 朝日新聞社文化財団 朝日賞 松波弘之「パワー半導体シリコンサーバイトの先駆的研究」

ウルトラクリーン化技術と次世代半導体生産技術の開発

日本の半導体産業が繁栄した技術基盤の一つとして、超LSIの性能・歩留の向上改善を実現する、高性能半導体製造プロセス技術の確立があり、それは大きなブレークスルーであった。その中で、プロセス中に混入する超微量の不純物のじょう乱を排除する必要性から、さらに低温半導体プロセスを実現化する上でもウルトラクリーンテクノロジーが大きく貢献した。大見忠弘は、このウルトラクリーンテクノロジーの重要性を提唱し、そ

れを実現するために必要な広範囲に及ぶ様々な技術に関して、関連企業などを指導して、新たに技術開発を行い、産業界に定着させてきた。さらに、その技術を基盤として、LSIの全製造工程を500℃以下で行うトータル低温化プロセスあるいは省資源・省廃棄物生産技術を提唱し、そのための新たな技術開発も促進した。この業績は、21世紀の半導体技術の基盤構築に大きく寄与したといえる。

文 献

- (1) 1996年度 電子情報通信学会 業績賞 大見忠弘「ウルトラクリーン化技術と次世代半導体生産技術の開発」

結晶の格子欠陥直視装置開発

シリコン結晶は、集積回路 LSI や半導体デバイスの基板材料として今や不可欠となっている。結晶品質の改善のためには、転位を全く含まない結晶がどのように成長するか、結晶評価法が必要とされていた。千川らは、この無転位結晶の欠陥の挙動を調べる手法の開発に精力的に取り組み、まず X 線回折顕微鏡の光源である X 線の強度増強に着手した。その結果、高輝度の回転対陰極 X 線発生装置を開発した。また、可視光用撮像管を X 線領域に感度が出るように、酸化鉛の光電面を組み入れた撮像管を新たに試作し、1968 年、結晶欠陥の挙動を動画で直接観察できる「結晶の格子欠陥直視装置」の開

発に世界ではじめて成功した⁽¹⁾。結晶の格子欠陥直視装置の開発によって、結晶中の欠陥や結晶成長の動画による直接観察が可能となり、シリコンの結晶成長時の欠陥の動的な振る舞いが世界ではじめて明らかにされた⁽²⁾。この動的観察方法は世界的にも注目される結晶観察技術に成長した。この装置が導入されたことによって、半導体結晶の結晶品質とデバイス性能との関係が詳細に明らかにされ、半導体結晶の製造やプロセスの改善に役立つとともに、その後の半導体産業の隆盛にも貢献することになった。

文 献

- (1) 1974 年度 大河内記念会 大河内賞技術賞 今村舜仁、千川純一、藤本勲、吉松満、水沼守「X 線回折像じん速処理システムの研究と工業化」
- (2) 2000 年 日本学士院 日本学士院賞 千川純一「シリコン結晶の成長と安全性」

半導体パッシベーション技術

半導体表面を不活性化し、その特性を安定化することは、半導体素子開発以来の懸案であり、高信頼化という点からも、重要視されてきた。シリコンを主材料とする半導体素子では、 SiO_2 膜を不純物拡散マスクとして使用し、そのまま素子表面に残すプレーナ法が広く用いられてきたが、トランジスタの雑音、増幅率、逆耐圧など表面特性に大きく支配される特性量の改善は限界があった。伴野正美、徳山巍、山本雅幸らは、低温で不活性化処理を行うべく基礎的研究を行い、量産性・高信頼

性、低雑音性、レジンモールド化の特徴を持った LTP (Low Temperature Passivation) トランジスタを開発し、1968 年にはその技術の大規模工業化に成功した。その過程で、シリケートガラスをベースとした、高信頼性レジン素子形成の基礎技術も確立し、低周波雑音の極めて低いトランジスタの量産化技術を開発した。開発された半導体素子は、広く用いられたが、中でも低雑音トランジスタは大きく評価されてきて、日本における半導体技術開発の先駆者として認められている。

文 献

- (1) 1968 年度 電子通信学会 業績賞 伴野正美、徳山巍、山本雅幸「低温不活性化の研究と開発 (Low Temperature Passivation)」

水晶振動子の発明

古賀逸策（1899–1982）による「温度無依存水晶振動子」の研究業績は既に世界中で広く知られており、開発から25年以上を経過し、社会や産業の発展に多大な貢献をした歴史的業績を認定する制度であるIEEE Milestoneにも認定されている。

水晶振動子の開発につながる圧電効果の発見は、ピエール・キュリー（Pierre Curie）によって、彼がまだ独身だった時（1880～81、マリーと結婚しキュリー夫妻として放射線の研究を始める前）になされたが、当時使用されていた水晶板では、電圧をかけた時の振動数は、温度に大きく依存したために、長い間、応用のネックとなっていた。この壁を取り除き、今日広く使用されている水晶デバイスの開発を可能にしたのが古賀逸策グループで、圧電性弾性波の厳密な解析を通じて、ある特

定の角度（Rカットと呼ばれる）で水晶の結晶から水晶板を切り出すと振動数の温度変化が $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ と従来のものより2桁も小さくなり、ほぼ温度に依存しない振動子が得られることを発見した（1932～33）。ピエール・キュリーの仕事から半世紀近くを経て、ようやく恒温槽を必要としない水晶振動子が誕生し、広範な製品への応用が可能となったわけである。

動作温度に左右されない水晶振動子は、今日では時計を始め、スマートフォンやパソコンなどの情報通信機器、薄型テレビやブルーレイディスクなどのAV機器、カーエレクトロニクスなどの電子機器、移動体通信・光通信網などのインフラシステムなどに組み込まれ、私たちの生活になくてはならない電子部品としてデジタル情報社会を支えている。

文 献

- (1) I. Koga, "Thickness Vibrations of Piezoelectric Oscillating Crystals," J. Appl. Phys., vol. 3, pp. 70-80, Aug. 1932.
- (2) 1963年 総理府 文化勲章 古賀逸策
- (3) 1963年 総理府 文化功労者 古賀逸策

放電管と超極短波発生に関する独創的研究

星合正治（1898–1986）は1940年に狭小な放電路を有する特殊な真空放電管を用いるという全く独創的な手法により波長0.1mmにおよぶ極超短波発生法を発見され電気通信学会より秋山・志田記念賞を受賞された。なお検出にはレッヘル線と鉱石検波器が用いられた。そしてこの時使われた特殊放電管は後に「星合管」と命名さ

れている。ついで1944年には電波対地高度計の開発に対する功績により、当時の技術院から院賞を受賞。また1953年5月にはセンチ波における誘電率特性測定に関する研究に対して、再び通信学会より秋山・志田記念賞を受賞された。

文 献

- (1) 星合正治, 高橋寛, "波長0.1 耗程度に及び極超高周波電気振動の発生," 電気通信学会雑誌, no. 207, pp. 361-371, Jun. 1940.
- (2) 1940年度 電気通信学会 秋山・志田記念賞 星合正治, 高橋寛「波長0.1 耗程度に及び極超高周波電気振動の発生」
- (3) 1944年度 技術院 院賞 星合正治「電波対地高度計の開発」
- (4) 1952年度 電気通信学会 秋山・志田記念賞 星合正治, 斎藤成文「類波に於ける誘電体特性測定装置」

多極真空管

エレクトロニクスの創成期において、日本の電子産業が発展することとなった原動力の1つとして「多極真空管」の発明が挙げられる。

エジソン（Edison, 米）のいわゆるエジソン効果の発明に続いて、フレミング（Fleming, 英）は二極真空管で検波器を発明、ド・フォレスト（De Forest, 米）は三極真空管を発明し、信号の増幅が可能となった。しかし、この三極真空管は性能が不安定で、周波数が高くなると増幅が著しく落ちてしまう状態であった。

安藤博（1902-75）は、少年時代から電波の世界に興味を持ち、電子工学に関する知識を吸収し、「近い将来、『高周波』の時代が来るに違いない。」と確信し、自らがガラス細工を覚えた上で、真空管の研究に取り組んでいた。そして、試行錯誤の末、安藤は1919年、世界に先駆けて「多極真空管」を発明し、特許が認められた。この発明によって、我が国の無線通信技術は飛躍的に向上し、ラジオの時代、そしてテレビジョンの時代へと、一挙に発展した⁽¹⁾。

多極真空管の発明は、科学史上、「人類にとって利用可能な電波の範囲を画期的に広げた」と言われている。欧米よりも早いこの基本発明は、我が国の産業にとって、海外からの技術攻勢に対し、強力な「防波堤」になったとも言われている。

さらに安藤は、この発明を基礎として、ラジオ技術では「ニュートロダイン受信方式」などを発明し、ラジオ放送の実験を定期的に行い、わが国の放送事業開始の機運を盛り上げ、現在のNHKの前身である社団法人東京放送局の設立発起人の1人として、研究者の立場で関わっていた。また、実用的なテレビジョン技術についても多くの発明を成し、遮蔽グリッド管、加速グリッドを

有するブラウン管、テレビカメラ内の二次電子増幅管など多数の発明を完成し、人々が現実に購入できるような純電子式テレビジョンの開発にも尽力していた。

1939年には「日本10大発明家（第2回）」に選ばれ、浅尾莊一郎、三島徳七、岡部金次郎、大河内正敏、古賀逸策の諸氏と共に宮中賜餐の榮譽を授けられました⁽²⁾。

このように、エレクトロニクスの源流を辿って行くと、発明家安藤博は、まさに電子工学の基礎を築いた1人であると言える。少年時代から電子工学研究に取り組み、多極真空管の発明（1919年）は、わずか16歳という若さで完成、世界最先の情報通信技術に関する諸発明を行った研究者であった。

また浜田成徳（1900-89）は、1928年我が国で最初に酸化物陰極を研究し多量生産方法を完成させた。次いで、その熱電子放射に関する実験的研究を行い多くの発明、考案、論文を発表し、我が国における先駆的役割を果たした。多極真空管では、まず電力増幅用五極管を研究し、次に五極真空管が発信管として有望であることに着目し、数十mWより、数百Wに及ぶ出力のものを試作研究し、各種五極管の大量生産の基礎を築いた。超短波真空管では、学術振興会最初の研究目標である波長20cm、出力20Wを四分割磁電管により達成し、更に非対称分割磁電管を発明し、水冷式大電力磁電管の設計に大きな指針を与えた。また、衝撃波大電力三極管の研究を行い、メートル波よりデシメートル波に及ぶ各種三極管の研究試作を短期間に完了し、電波兵器整備の急に対応した。このほか、電子工業研究所を創設して研究が製造を指導する体制を確立し、後進の指導に意を注いで多数の優秀な研究者、技術者を輩出された。

文 献

- (1) 「安藤博」発明協会編 東京発明下家伝 pp. 20-23, 特許新聞, 東京, 1957.
- (2) 商工省特許局資料および電気通信協会誌（1939年8月号）

トンネルダイオードの先駆的研究

江崎玲於奈（1925-）は1956年、東京通信工業㈱（現在のソニー）の半導体研究室の主任研究員として、PN接合ダイオードの研究に着手し、約1年間の試行錯誤の後、ゲルマニウムのPN接合幅を10nm程度まで薄くすると、その電流電圧特性はトンネル効果による影響が支配的となり、電圧を大きくするほど逆に電流が減少するという「負性抵抗」を示すことを発見した⁽¹⁾。

この発見は、量子力学におけるトンネル効果を半導体中で初めて実証した例であり、かつ電子工学においてト

ンネルダイオード（またはエサキダイオード）という新しい電子デバイスの誕生でもあった。そして、1973年には、超伝導体内での同じくトンネル効果について功績のあったアイヴァー・ジェーバー（Ivar Giaever）と共に江崎はノーベル物理学賞を受賞した⁽²⁾。

当初トンネルダイオードはゲルマニウムで作られたが、ヒ化ガリウムやシリコンでも製造可能で、発振回路、増幅回路、周波数コンバータ、検波回路などさまざまな電子回路で使われた。

文 献

- (1) L. Esaki, "New Phenomenon in Narrow Germanium p-n Junctions," Physical Review, vol. 109, Issue 2, pp. 603-604, Jan.1957.
- (2) 1973年 スウェーデン王立科学アカデミー ノーベル物理学賞 江崎玲於奈「半導体に於けるトンネル効果の実験的発見」
- (3) 1974年 総理府 文化勲章
- (4) 1998年 国際科学技術財団 日本国際賞「新材料の設計・創製と機能発現」

静電誘導電界効果トランジスタ（SIT）に関する研究

西澤潤一（1926-）は、1950年に提案していた静電誘導電界効果トランジスタ（以下SITと称す）を、同じく同氏の独創になる完全結晶成長技術及び高純度結晶成長技術を活用して開発し、従来のトランジスタが、バイポーラ形、電界効果形（FET）ともに、電圧の増加に対して電流が飽和する特性に限られていた半導体デバイスの分野に始めて立上り特性を示すトランジスタを導入した。つまりチャネル抵抗を極限まで減少させるためチャネルを短く、濃度を低めにすることで、負帰還効果が起きず、ドレイン電流はドレイン電圧の増加とともにチャネル電流が飽和しない静電誘導効果を利用してソースとチャネルの境界のポテンシャル形状でドレイン電流が制御できるようにした事により3極真空管型特性が得られるようになった。

このことはFETの特性は、飽和形であるとする世界の学界の定説をくつがえし、Shockley博士の理論の誤

りを訂正して新しい伝導理論を導入し、電界効果トランジスタがSITにもまた飽和形のFETにもなり得ることを明らかにし、両者を分ける設計基準を確立した。

従来の飽和形トランジスタは出力インピーダンスが極めて大きく、回路応用に際して各種の対策を必要としたが、西澤により開発されたSITは、従来のFETと同じく高入力インピーダンス電圧駆動形素子の特徴である駆動電力が少なく回路構成も簡単であるという長所を有しながら、電流が電圧の増加とともに増加する立上り特性を示しており、しかもその出力インピーダンスが構造や不純物分布を変えることにより1Ω以下から数十kΩまで広い範囲にわたって設計できるため、極めてシンプルな回路でパワーアンプが構成できるなどさまざまな回路や機器に有利な応用ができる。

この技術に対して、電子通信学会は、1975年、西澤潤一に業績賞を贈った。

文 献

- (1) 1974年度 電子通信学会 業績賞 西澤潤一「新しい三極管特性を有する高性能トランジスタ」
- (2) 1989年 総理府 文化勲章 西澤潤一

半導体デバイスの提案

渡辺寧（1896–1976）は日本における電子工学の先駆者で半導体デバイス研究の最初期を研究推進された。1950年西澤潤一とともに行った pin ダイオードと⁽¹⁾イオン注入法の発明⁽²⁾、抵抗の高い薄い層を作ることにより整流現象が起こるという発見⁽³⁾及びホットエレクトロン理論⁽⁴⁾が初期の特記すべき成果といえる。また1950年の pin 整流現象の発見から派生した静電誘導デバイスと

pin フォトダイオード⁽¹⁾、APD⁽⁵⁾はフォトニックデバイスに関する先駆的研究である。そして長年に渡って我が国の半導体デバイス研究を推進されてきた多大な貢献に対して、渡辺は1970年に文化功労者に、西澤は1989年に文化勲章受章者に選ばれている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

APD: Avalanche Photo Diode

文 献

- (1) 西澤潤一、渡辺寧「高抵抗領域を有する半導体器具」（特許出願 1950 年 9 月）
- (2) 西澤潤一、渡辺寧「半導体素子の表面処理の高エネルギー粒子衝突法」（特許出願 1950 年 9 月）
- (3) 渡辺寧、西澤潤一、吉田善三、「半導体の整流機構について（Ⅳ）」、「物性論研究」, 41 号, p. 96, 1951.
- (4) 渡辺寧、西澤潤一、「半導体の整流機構について（Ⅲ）」、「物性論研究」, 34 号, p. 17, 1951.
- (5) 渡辺寧、西澤潤一、「半導体整流器の逆方向特性」, 東北大電通談話会記録, 21, p. 37, 1952.
- (6) 1970 年 総理府 文化功労者 渡辺寧
- (7) 1989 年 総理府 文化勲章 西澤潤一

陽極分割磁電管

岡部金治郎（1896–1984）は、現在電子レンジやレーダなどで広く使われているマグネトロン（磁電管）を実用的なマイクロ波発振源とする分割陽極マグネトロンの発明した⁽¹⁾。大阪帝国大学、近畿大学などで教授を歴任し文化勲章を受章されている⁽²⁾。

1925 年東北帝大の助教授となって間もない頃、アメリカ GE 社のアルバート・ハル（Albert Hull）により低周波用増幅管として発表されていた単陽極マグネトロンの用いて学生と実験をしているときに印加磁界 H と陽極電流 I との関係が理論値からずれていることに気づき、何らかの発振現象が起きていることを発見した。

そして 1927 年に円筒状陽極を軸方向に 2 分割しその間に共振回路を形成したものが効率よくマイクロ波（当

時は波長 3cm, 周波数 10GHz）を安定して発振できることを見出し、多分割陽極マグネトロン Multi-Split-Anode Magnetron の開発の端緒となった⁽¹⁾。つまり陰極から放出された電子はそのまま陽極に到達するのではなく、軸方向に印加された磁界によりサイクロイド曲線を描きながら陰極陽極間の空間を周回運動し、それと共振する周波数成分が効率よく出力されることになる。

この発見は優れた研究として国内外から着目された。その時点までの最短の発振波長（最高周波数）がドイツで発表されていたバルクハウゼン-クルツ振動真空管による波長 24cm, 周波数 1.25GHz のものであったためである。

文 献

- (1) 岡部金治郎、「マグネトロンによる不減衰超短波長電波の発生」, 電学誌, vol. 47, no. 467, pp. 575-581, Jun. 1927.
- (2) 1944 年 文化勲章 岡部金治郎

3D プリンターの先駆的研究

通常の紙に平面的に印刷するプリンターに対して、3次元 CAD データを基に立体を造形する機器を 3D プリンターと呼ぶ。今日でこそ 3D プリンターは、業務用から家庭用に至るまで広く使われるようになったが、そのルーツは、1980 年に小玉により発明された光造形法である⁽¹⁾。光造形法とは、樹脂に紫外線を照射することによって、ポイントポイントで硬化させていく手法である。世界初の 3D プリンターに関する論文が、1981 年の

本会の論文誌に発表されている⁽²⁾。

実際に実用化されるまでには、それから 10 年以上の歳月を要した⁽³⁾。近年の 3D プリンターの進展は目覚ましく、家電や自動車などの製造業を始め、医療やデザインといった様々な分野において「ものづくり」に革新をもたらした。また最近では、造形方法が多様化するとともに、材料もプラスチックだけでなく金属も使われるようになり、応用領域が広がっている。

文 献

- (1) 小玉秀男, “立体図形作成,” 特開昭 56-144478 号公報, 1981.
- (2) 小玉秀男, “3 次元情報の表示法としての立体形状自動作成法” 信学論 (C), vol. J64-C, no. 4, pp. 237-241, Apr. 1981.
- (3) 2014 年度 電子情報通信学会 業績賞 小玉秀男「3D プリンターの先駆的研究」

高信頼リードスイッチ

リードスイッチとは、直径数 mm、長さ 1cm ～数 cm のガラス管の中に一對の磁性体リードを封入したもので、外部から磁界をかけるとリードが磁化され、接点部分に N 極、S 極が発生して接点が接触し、磁界を消せば接点が離れる仕組みのものである。本スイッチは、主に交換機などに使用されていたが、電力消費の少ない電子回路の発達によって機械部分－電子回路の間の電気信号のやりとりにも広く使われるようになった。

スイッチの接点は、より安定で、接触抵抗が低く、し

かも粘りつきを起こさないものが必要であり、この条件に合うものとしてロジウム接点の実用化が進められてきたが、ロジウム接点には、動作中に接触抵抗が増大するという問題があった。

そこで、横川、川喜田らは、接触抵抗が増えるメカニズムを解明し、接点の表面を安定化するための表面処理法を開発した。これにより、ロジウム接点リードスイッチは、通信機器、制御機器、各種端末装置あるいは電子事務機などに使用され、継電器技術の進展に貢献した。

文 献

- (1) 1973 年度 電子通信学会 業績賞 横川俊樹、川喜田千尋「高信頼度ロジウム接点リードスイッチ」
- (2) 横川俊樹、川喜田千尋, “ロジウム接点リードスイッチの低負荷における接触抵抗安定化,” 信学論 (C), vol. J68-C, no. 2, Feb. 1985.

半導体イオンセンサの基礎研究

イオンセンサとは、液中の特定イオンに選択的に応答し、その濃度に対応する電極電位を発生させるセンサである。化学工業や臨床医学の分野で広く用いられており、早くからその小形化が要望されていた。しかし通常のイオンセンサを単に小形化したのでは、雑音などの不安定性が増し、かつ応答時間が長くなってしまうため、ほとんど使い物にならなかった。

この難題を解決したのは、松尾、江刺らによる、IC技術を応用した「超小形イオンセンサ」の考案であった⁽¹⁾⁽²⁾。その原理は、MOS電界効果トランジスタのゲー

ト電極として、金属を用いずにゲート絶縁膜を直接液中に浸し、溶液－絶縁膜間に発生する界面電位によって生じるドレーン電流の変化からイオン濃度を測定するというものである。

これにより、超小形（数十～数百 μm ）で多重化が容易である、応答時間が極めて短い（100ms以内）、イオン感応膜として理想的な絶縁膜を使える等、イオンセンサの性能が飛躍的に向上し、医用電子工学や半導体デバイス工学の分野に進展をもたらした。

文 献

- (1) 1979年度 電子通信学会 業績賞 松尾正之、江刺正喜「半導体イオンセンサの基礎研究」
- (2) 庄子習一、江刺正喜、松尾正之、"生体用マイクロISFETの試作," 信学論 (C), vol. J68-C, no. 8, pp. 628-634, Aug. 1985.

集積回路技術の先駆的研究

大型電子計算機には当時として最高速のバイポーラLSIが用いられ、コンピュータ分野への超高速大規模集積回路⁽¹⁾の導入が始まった。これにより高速デバイスの研究開発も活発になり、論理ブロック内の個々のゲート回路のしきい値を固定しない非しきい値形論理回路

(NTL: Non-Threshold-Logic)と名付けた新しい超高速論理回路の提案⁽²⁾や、高集積に向けたMOSデバイスについての基礎的研究⁽³⁾を経て、超LSI時代の幕開けとなった64キロビット超LSIメモリ⁽⁴⁾へとつながった。

文 献

- (1) 1970年度 電子通信学会 業績賞 大矢雄一郎、垂井康夫「大型電子計算機用超高速大規模論理集積回路」
- (2) 1971年度 電子通信学会 業績賞 渡辺誠、向井久和「非しきい値形論理回路(NTL)の開発」
- (3) 1973年度 電子通信学会 業績賞 菅野卓雄、鳳紘一郎、榊裕之「MOSデバイスに関する基礎研究」
- (4) 1977年度 電子通信学会 業績賞 家田信明、荒井英輔「64キロビット超LSIメモリの研究開発」

集積回路技術の実用化（プロセッサ，DRAM）

今日のコンピュータシステムの発展には集積回路技術が大きく貢献してきたが，特に飛躍的に進歩してきたプロセッサ及びメモリの貢献は顕著である。通信処理に向けた高性能 VLSI プロセッサ⁽¹⁾を始め，メガビットに及ぶ高集積 DRAM⁽²⁾などは貢献度として顕著なものであ

た。また，これらの技術は民生機器へと発展し，デジタル民生機器向けの高性能マイクロプロセッサ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾，さらには応用に合わせて実時間で最適な構成に変えることができる動的再構成プロセッサ⁽⁶⁾などにつながった。

DRAM: Dynamic Random Access Memory

文 献

- (1) 1985 年度 電子通信学会 業績賞 酒井保良，須藤常太，山田喬彦「高性能 VLSI プロセッサの実用化」
- (2) 1989 年度 電子情報通信学会 業績賞 伊藤清男，山本宏彦，尾沢修「メガビット級 DRAM の技術開発と実用化」
- (3) 1998 年度 新技術開発財団 市村産業賞貢献賞 木原利昌，稲吉秀夫，内山邦男「民生情報機器向け低消費電力マイコン SuperH シリーズの開発と実用化」
- (4) 1999 年 R&D magazine R&D 100 Award「SH-4 Series Microprocessor」Hitachi, Ltd.
- (5) 2000 年度 科学技術庁 科学技術長官賞・科学技術功労者 内山邦男「デジタル民生機器向け高性能・低電力マイクロプロセッサの開発」
- (6) 2010 年度 電子情報通信学会 業績賞 本村真人，栗島亨，藤井太郎「動的再構成プロセッサの研究開発とその画像処理機器応用」

デジタル CMOS 研究開発

現在のデジタル LSI では高集積性，低電力性に優れた CMOS が主流となっている。この優位性を活かした上で，より高速性を追求し，バイポーラと CMOS 素子を複合した BiCMOS 技術⁽¹⁾，シリコン基板中に酸化膜絶縁体を埋め込む SOI（Silicon on Insulator）技術である SIMOX⁽²⁾，フィン型 MOSFET⁽³⁾，ギガビットを超える多数チャネルの高速入出力 I/O を CMOS 回路上に集

積する技術⁽⁴⁾などが登場し，高速なデバイスへと発展させた。また，CMOS の優位性を引き出し，より発展に貢献した技術として，CMOS LSI 低電力回路技術⁽⁵⁾，製造プロセス・デバイス支援技術⁽⁶⁾などにより，デジタル CMOS は一層の発展を続け，より広い応用分野への活用につながった。

SIMOX: Separation by IMplantation of OXygen

文 献

- (1) 1985 年度 電子通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 増田郁朗，西尾洋二，池田隆英「バイポーラ CMOS 複合による高速論理回路」
- (2) 2001 年度 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ賞 泉勝俊「SIMOX 技術の先駆的研究開発および実証」
- (3) 2011 年度 材料科学技術振興財団 山崎貞一賞 半導体及び半導体装置部門 久本大，武田英次「フィン型 MOSFET の提唱と実証」
- (4) 2004 年度 大河内記念会 記念賞 田村泰孝，酒井敏昭，後藤公太郎，石田秀樹，寺島一宏「マルチギガビット CMOS 高速 I/O 技術の開発と実用化」
- (5) 2008 年度 電子情報通信学会 業績賞 桜井貴康，黒田忠広，道関隆国「CMOS LSI 低電力回路技術の先駆的研究開発と実用化」
- (6) 2009 年度 電子情報通信学会 業績賞 谷口研二，鎌倉良成「MOS 型集積回路の製造プロセス・デバイス設計支援技術の開発」

アナログ CMOS 研究開発

ディジタル CMOS LSI の進展に伴い、バイポーラ素子などで構成されていたアナログ部分をいかに CMOS LSI 内部に取り込んで行くかが課題であった。基本的なアナログ回路は CMOS で構成できるようになったが、携帯電話やスマートフォンを始めとして、Wi-Fi などの無線を扱う LSI では RF (Radio Frequency) 回路の

搭載が必須となってきた。これを解決するため、ディジタル回路のアナログ特性に着目し、CMOS インバータとスイッチのみで広帯域 RF 特性を実現⁽¹⁾したことで、アナログ・ディジタル混載 LSI (SoC) への応用に向けて発展して行くことが期待されている。

文 献

- (1) 2012 年度 電子情報通信学会 業績賞 益一哉, 石原昇「スケーラブル広帯域 RF CMOS 集積回路の研究」

人工網膜 LSI の概念創出とその事業化

LSI の発展に伴い、画像処理分野の必要性が増してきた。人間の目の機能を模倣した「シリコン人工網膜 LSI」⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾が画像処理分野向けのデバイスとして登場した。これは、これまでの CMOS や CCD イメージセンサーのような画像の検出だけでなく、画像の特徴検出も LSI 内で行うことで、システムの簡素化・小型化に加え、

高速処理・低消費電力などの特徴を持つ新しい概念のイメージセンサといえる。その利点を活かし、携帯電話、携帯情報端末 (PDA)、携帯ゲーム機、アーケードゲーム、駐車場監視のセキュリティシステム、交通流センサなど幅広い分野で事業化されてきた。

文 献

- (1) 1995 年度 新技術開発財団 市村産業賞 貢献賞 久間和生, 太田淳, EberhardLange「Si-人工網膜チップの開発」
 (2) 1997 年 日刊工業新聞社 十大新製品賞 三菱電機「人工網膜 LSI」
 (3) 1999 年度 大河内記念会 技術賞 長澤紘一, 久間和生, 中川興一, 中川治, 有馬裕「人工網膜 LSI の開発と量産化」

世界初の大容量 EEPROM 製品化と 同技術の IC カードマイコンへの展開

現在、モバイル機器の拡大は顕著であるが、ここには電氣的に消去書込み可能であり、電源をオフしても記憶情報が失われない不揮発性メモリ EEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) が随所に使われている。本技術はシリコン窒化膜を用い

た不揮発性メモリ技術で、世界初の 16K ビットの製品化を成し遂げたが、さらに 1M ビットの大容量化も実現してきた。さらに、このメモリをマイクロプロセッサと共に LSI に内蔵することにより、IC カードマイコンへとつながった。

文 献

- (1) 1995 年度 電気科学技術奨励会 奨励賞 神垣良昭, 南眞一「MNOS 型不揮発性半導体メモリの高性能化・高信頼化技術の開発」
 (2) 2002 年度 新技術開発財団 市村産業賞 功績賞 南眞一, 長崎信孝, 神垣良昭「シリコン窒化膜を用いたロジック混載用不揮発性メモリ技術の開発と実用」

DVD 開発と規格化

DVD は、動画の再生から発展し、パソコンのデータ記録、保管など IT 分野で広く使われる記録媒体である。これは、赤色 LD および開口数が 0.6 と高い光ヘッドを用いたことによる。これにより狭くなったディスク傾きマージンに対し、ディスク基板を薄くして対処した。また、薄くなった基板によりディスク汚れに弱くなった部

分は強固な誤り訂正技術の組み合わせで対処した⁽¹⁾。これらの技術により映画 2 時間の記録再生を可能とし、商品化を果たした。また、多くの企業と共同で技術を集積し、世界的な規格とすることを達成した⁽²⁾。これにより AV 用途のほか、パソコンなど幅広く使われることにつながった。DVD: Digital Versatile Disc

文 献

- (1) 1996 年度 電子情報通信学会 業績賞 菅谷寿鴻、佐藤勲、久保高啓「高密度光ディスク DVD の研究・開発」
- (2) 2008 年度 電子情報通信学会 業績賞 山田尚志「DVD の開発およびその国際標準化推進」

垂直磁気記録

磁気記録はリング型の磁気ヘッドで記録媒体内の磁性層磁化を記録層の面内方向に磁化することを原理としてきた。しかしながらこの方式では高密度化とともに媒体内で磁化が閉ループを形成する回転磁化モードとなって記録信号が取り出せなくなることなどを主張するセルフコンシステント磁化理論を構築するとともに、回転磁化モードを解消し高密度記録を実現するためには記録磁化を記録層の垂直方向とする垂直磁気記録方式が必要であることを提唱した。これを実証するためにコバルトクロムを主成分とする垂直記録媒体および磁性薄膜を用いた垂直形単磁極磁気ヘッドを開発し、これらを組み合わせて

それまで不可能と考えられてきた垂直磁気記録を 1977 年に世界ではじめて実現した。さらに理論及び実験を通じて垂直記録・再生系の基本特性を明らかにして超高密度記録方式の方向性を示すとともに、磁気記録シミュレータを世界に先駆けて開発し、その後の垂直磁気記録研究の指導原理を確立した。また垂直磁気記録のハードディスクへの展開に必要な信号処理やエラー評価などの実証を精力的に進め、今日のほぼすべての高密度磁気記録装置が垂直磁気記録方式を基本とするまで垂直磁気記録の研究開発を強力に推進した。

文 献

- (1) 1978 年度 電子通信学会 業績賞 岩崎俊一「垂直磁気記録方式の発明・開発」
- (2) 2002 年度 電子情報通信学会 業績賞 中村慶久、村岡裕明「垂直磁気記ハードディスク装置の開発」
- (3) 2010 年 国際科学技術財団 日本国際賞 岩崎俊一「工業生産・生産技術」

磁性薄膜メモリ

初期の電子計算機の主記憶に用いられたフェライトコアメモリは小型のフェライトコアに記録用・読出し用の導線を通す構造となっており、小型化、量産化、高速化に限界があった。これに対して銅線表面に磁性合金膜を形成した磁性線を用いたワイヤメモリは、円周方向に磁化容易軸を持つ磁性膜が電着された閉磁路構造を実現し、さらに織物技術を応用した織成形ワイヤメモリとすることで量産性を向上させた磁性薄膜メモリとなった。これを発展させ、平面ガラス基板上でパーマロイ蒸着膜

と銅蒸着膜の積層構造を形成し、エッチング技術を用いてストライプ状に加工し、さらにパーマロイ膜によるデジット線を形成して、いわばフェライトコアメモリのIC化を実現した磁性薄膜ファインストライプメモリが開発された。さらにフェライト板に形成した溝にワード線を埋め込み、フェライトを磁束キープとすることにより、駆動電流の低下やS/N比の著しい向上をもたらす磁性薄膜メモリの開発に成功し、量産性の高い非破壊読み出しメモリの製作技術を開発した。

文 献

- (1) 1971 年度 電子通信学会 業績賞 大島信太郎, 小林俊彦, 上林鉄三郎「磁性薄膜メモリの発明開発」
- (2) 大島信太郎, 小林俊彦, 上林鉄三郎, 岡田晟, 駒沢義久, 小室圭五, “ファインストライプメモリについて” 昭和 44 年電子通信学会電子計算機研究会資料 EC69-7 (1969-05).
- (3) S. Ohshima, T. Kobayashi, T. Kamibayashi, A. Okada, Y. Komazawa and K. Komuro, “Improving fine striped memory magnetic properties,” IEEE Trans., vol. MAG-6, no. 3, pp. 725-728, 1970.

磁気録音技術

20 世紀初頭に Poulsen によって発明された炭素鋼線式録音技術は種々の改良が加えられ、リング型磁気ヘッドと酸化物磁性微粉末塗布型磁気記録媒体（磁気テープ）の組み合わせにより短波長記録も実現できる記録再生可能な装置となっていた。しかしながら、磁化特性の非線形性・ヒステリシス性に基づくノイズにより SN 比の向上が課題であった。1938 年永井・五十嵐らがそれまでのノイズ低減技術であった直流バイアス法に代わって交流バイアス法を提案して、ひずみ除去・感度向上を達成し、SN 比の大幅な増大を実現して記録特性を大幅に改善した。これにより国産初のテープレコーダが開発

され、交流バイアス法によって、音声データの長時間録音が実用段階となった。さらに磁気録音の理論的ならびに実験的な研究を進め、磁気テープ、磁気ヘッドの改良指針を与える数々の研究にも貢献した。1960 年には岩崎らとともに記録媒体に使用していた酸化物磁性粉の代りに保磁力 Hc や飽和磁束密度 Bs が大きい Fe-Co 系合金微粒子であるメタル磁性粉を用いることを提案し、酸化物磁性粉より格段に優れた特性の高密度記録媒体が実用化できることを示し、その後の高密度磁気記録技術の発展につながる貢献がなされた。

文 献

- (1) 1941 年度 電気通信学会 秋山・志田記念賞 著述, 永井健三, 神谷六郎「伝送回路網（上・中・下）」
- (2) 1943 年度 電気通信学会 功績賞 永井健三
- (3) 田中國昭, “1. エレクトロニクス材料および部品,” 電子情報通信学会 75 年史 第 3 部, pp. 321-326, 電子情報通信学会, 東京, 1992.

1/2 インチディジタル VTR

高精細なハイビジョン動画のディジタル録画・再生が必要であった1980年代後半、ディジタルVTRの規格は3/4インチ幅のテープ媒体を使用するものであり、取材時にカメラ一体型とできないことや、媒体保管スペースの肥大化、複数の記録規格の併用などの問題があった。VTR装置をカメラ一体型レコーダからスタジオレコーダ、自動送出システムまで、単一規格で行えるコンパクトな記録システムとするため、1/2インチテープを使用した高密度記録システムの開発が必要であった。記録媒体や磁気ヘッドの高密度記録性能を高めるとともに、テープ・ヘッド系に最適な新しい記録変調方式である8-14変調方式を発明して著しく信号品質の改善を図り、また短波長記録のVTR固有のドロップアウトに対

して、強力な訂正能力を持つ誤り訂正符号やコンシールメント技術の開発などを行い、1989年に世界初の1/2インチテープを使用したトラック幅10 μm 、最短記録波長0.76 μm という従来の約5倍の記録密度を持つコンポジットディジタルVTRを実現した。これにより取材・編集・送出が単一規格の記録媒体を使用することができ、ディジタルテープの小型・軽量化が達成された。この規格は標準的なハイビジョン用VTR（スタジオ再生収録用、編集用など）として広く使用され、1991年に「D-3」と命名された後、1993年にSMPTE 263M～265Mとして規格化され、D-3フォーマットとして国際標準規格となった。

文 献

- (1) 2014年 高柳健次郎財団 高柳健次郎賞 大場吉延「高密度録画技術の研究とそれらを応用した放送用ディジタルVTRの開発」

電子顕微鏡

電子顕微鏡は、材料科学、生物科学を初め自然科学の研究には不可欠の手段として広範に利用されているが、厚い試料が使用できない欠点があった。これを克服して電子顕微鏡の効用をさらに飛躍的に向上させるため、加速電圧の超高圧化が始まり、加速電圧100万V程度の電子顕微鏡が、国内外で運転を始めていた。

さらなる高加速電圧に対するニーズが高まる中、菅田、裏、木村らのグループは、1969年より、300万V電子顕微鏡の設計を開始した⁽¹⁾⁽²⁾。超高圧電子顕微鏡の

心臓部である加速管では、しばしば微小放電が起こるが、これを極力抑制するために、電極のほか、高真空を実現するための加速管の形、真空ポンプ系などの設計に工夫を加え、安定して300万Vの超高電圧をかけることに成功した。

1970年には、日立製作所中央研究所で試運転が行われ、1972年3月に文部省特別設備として大阪大学に引き渡しを完了、同年4月に運転を開始した。

文 献

- (1) 1972年度 電子通信学会 業績賞 菅田栄治、木村博一、裏克己「300万V超高圧電子顕微鏡の製作」
 (2) S. Ozasa, Y. Kato, H. Todokoro, S. Kasai, S. Katagiri, H. Kimura, E. Sugata, K. Fukai, H. Fujita and K. Ura, "3 Million Volt Electron Microscope," Journal of Electron Microscopy, vol. 21, no. 2, pp. 109-118, Jan. 1972.

高電子移動度トランジスタ（HEMT）の開発

1970年代後半は、高速電子計算機や高速信号処理装置、あるいは通信機器の高性能化をめざして、Siデバイスの微細加工技術の改良研究が盛んであった。また一方で、Siデバイスの限界性能を超える高速動作が期待できる素子として、超伝導を利用するジョセフソン素子や、Siより電子移動度の高い化合物半導体デバイス、中でもGaAsデバイスの研究開発も進行していた。

こうした開発競争さなかの1979年、金属酸化膜半導体GaAsの高電子移動度を極限まで引き出した超高速デバイスが登場した。三村、冷水らにより発明された「高

電子移動度トランジスタ」(HEMT)である⁽¹⁾⁽²⁾。GaAsとAlGaAs、つまり2つの異なる材料から成るヘテロ接合結晶界面に二次元電子層が発生し、蓄積する現象の発見がきっかけとなった。

1985年には、HEMTは世界一雑音の小さいマイクロ波半導体デバイス製品として富士通より製品化され、野辺山天文台の電波望遠鏡に採用された。さらに低雑音性により衛星放送アンテナの小型化も可能になり、1987年から世界各国の衛星放送受信機にHEMTが搭載された。HEMT: High Electron Mobility Transistor

文 献

- (1) 1982年度 電子通信学会 業績賞 三村高志、冷水佐壽「高電子移動度トランジスタ（HEMT）の開発」
- (2) S. Hiyamizu, T. Mimura, T. Fujii and K. Nanbu, "High Mobility of Two-dimensional Electrons at The GaAs/n-AlGaAs Heterojunction Interface," Applied Physics Letters, vol. 37, no. 9, p. 805, Jul. 1980.

量子効果デバイスの先駆的研究

半導体デバイスを構成する結晶の実効寸法が、電子の量子力学的波長（約100Å）程度になると、電子は、粒子としての性質よりも波動性を顕在化させ、従来の半導体では見られない多様な現象が現れる。このような量子効果の出現は、電子の粒子性を前提とする従来のデバイス設計や解析法を、波動論に基づいて再構築することを必要とすると共に、波動性を巧みに制御すれば、従来にない高性能のデバイスを実現できる可能性をもたらした。

た。

榊、荒川らは、この量子効果の重要性に早くから着目し、ミクロなデバイス構造における電子波の振舞いを解明すると共に、所望の機能を実現する上で有効な新デバイス構造や物理概念を創出する一連の研究を進め、量子波エレクトロニクスとも称すべき新分野の展開に先導的役割を果たした⁽¹⁾。

文 献

- (1) 1990年度 電子情報通信学会 業績賞 榊裕之、荒川泰彦「量子効果デバイスの先駆的研究」

広帯域電波吸収体の先駆的研究

環境電磁問題において電磁波による障害をなくするための方針は、不要電磁波の放射パワーを低減させることと機器の不要電磁波に対する耐性を大きくすることである。電波暗室は、電子情報機器からの放射電磁波の測定や、妨害電磁波に対する耐性を測定する空間として重要であり、この空間を形成するために電波吸収体の設置が

必要不可欠である⁽¹⁾。フェライトを用いて、厚さ2 cmで30 MHzから1,000 MHzの周波数範囲で20 dB以上の反射減衰量を有する電波吸収体⁽²⁾、フェライトと導電損失材料を組み合わせることによって、30 MHzから1,800 MHzの周波数範囲で20 dB以上の反射減衰量を有する広帯域電波吸収体⁽³⁾を考案した。

文 献

- (1) 1993年度 電子情報通信学会 業績賞 内藤喜之「広帯域電波吸収体の先駆的研究」
- (2) 内藤喜之、高橋道晴、水本哲弥、野瀬浩之，“棧形フェライト電波吸収体の広帯域特性,” 信学論 (B), vol. J76-B-II, no. 7, pp. 641-646, Jul. 1993.
- (3) 内藤喜之、水本哲弥、高橋道晴、脇田雄一，“ゴムフェライト装荷によるフェライト系吸収体の経済的広帯域化,” 信学論 (B), vol. J76-B-II, no. 7, pp. 647-655, Jul. 1993.

マイクロ波パワーアンプの高性能化

現代社会において携帯電話、スマートフォンは必須の情報機器となっており、第四世代携帯電話システム (LTE) がグローバルに普及し、第五世代 (5G) の研究開発が積極的に進められている。それらを支える基地局インフラ、携帯端末にはマイクロ波のパワーアンプ (PA) が不可欠であり、装置の小型化、低消費電力化、端末の長時間動作を実現するためにはPAの高性能化が極めて重要である。

基地局装置においてPA部の消費電力は大きな部分を占めており、PAの電力効率は装置全体の消費電力、サイズに大きく影響する。また、LTE以降、高い周波数利用効率を得るために線形変調が採用されており、PAには高効率と線形性が求められている。このためPAの非線形歪を抑圧する歪補償技術が重要となっている。特にW-CDMA、LTE等の広帯域信号の増幅ではメモリ効果として知られる動的な非線形歪が問題となる。このPAデバイス、PA回路のメモリ効果を補償するデジタルプリディストーション (DPD) 技術が2000年代初頭に開発され、量産装置として実用化された⁽¹⁾。これにより開発当時に基地局用PAの歪補償方式として主流であったフィードフォワード型PAに比較して電力効率が約2倍に改善され、大容量基地局の早期実現に貢献した。

小型軽量が重要な要素となる携帯電話機 (UE) の設

計において、各種回路の実装容量縮小は永遠の課題ともいえる。携帯電話サービスの高速大容量化に伴い、UEが対応すべき周波数帯 (バンド) 数は増加し、UEの肥大化を抑えるための解決策として、種々の多バンド対応高周波回路が提案された。その際、小型軽量かつ単一バンド用と遜色ない性能を有することの両立が課題である。UE用PAはその両立が困難な回路であったが、2010年、整合回路内にスイッチを用いた簡潔な可変機構により周波数特性を可変する手法で、0.7～2.5 GHz帯の9バンドにて、30 dB以上の小信号利得、34 dBm以上の出力、40%以上の最大電力付加効率という、電気性能として単一バンド用と遜色ない性能を有するPAが世界に先駆けて発表され、2011年に小型化も両立した、大きさ約6×8mmで1.5～2.5GHzに対応したPAが発表された⁽²⁾。

無線通信におけるキーデバイスであるPAの多バンド化の成果発表により示された無線回路の多バンド化に対するニーズと成果は、無線部の広帯域化において同様の課題を抱えていたソフトウェア無線やコグニティブ無線の研究者、あるいはデバイスの研究者など幅広い分野の技術者にも影響を少なからず与え、その後の多バンド化、広帯域化、可変回路等に関する研究開発につながっている。UE: User Equipment

文 献

- (1) 2009年度 電子情報通信学会 業績賞 大石泰之、久保徳郎、長谷和男「デジタルプリディストーション技術による高効率電力増幅装置の実用化」
- (2) 2011年度 電子情報通信学会 業績賞 福田敦史、岡崎浩司、檜橋祥一「携帯端末用電力増幅器の多バンド化に関する先導的研究」

テラヘルツ波無線の先駆的研究

情報通信ネットワークにおける有線（光ファイバ等）通信と無線通信との伝送速度のギャップは一桁を超える差となっており、かねてより大きな課題となっていた。

永妻、枚田、小杉らは、無線通信のブロードバンド化のブレークスルーとして、これまで未利用であった100GHzを超える周波数帯の電磁波を利用することに挑戦し、120GHz帯電波を用いて、10Gbit/sの伝送速度の無線システム（非圧縮高精細映像信号を最大6チャネル伝送）を実現し、テラヘルツ無線の研究開発の先駆けと

なった⁽¹⁾⁽²⁾。

特に、1990年代に開発された、フォトニクス技術によって100GHz～1THzのミリ波・テラヘルツ電磁波を発生・検出する技術は、新しい電磁波帯の開拓の礎となった⁽³⁾。

120GHz帯電波を用いた無線システムは、当初、フォトニクス技術を利用したものであったが、その後、InP HEMTによる電子技術で実現できるようになり、2008年の北京オリンピックの中継に使われた。

文 献

- (1) 2006年度 電子情報通信学会 業績賞 永妻忠夫、枚田明彦、小杉敏彦「フォトニクス技術による未利用電磁波帯の開拓と無線通信への応用に関する先駆的研究」
- (2) 枚田明彦、矢板信，“超高速テラヘルツ無線通信技術，” 信学誌 vol. 97, no. 11, pp. 952-957, Nov. 2014.
- (3) 永妻忠夫，“実用化に向けて加速するテラヘルツ技術，” 信学誌 vol. 97, no. 11, pp. 918-953, Nov. 2014.

超小型無線 IC タグ技術の開発と実用化

近年、半導体製造技術の進歩は著しく、半導体デバイスの小型化、高機能化の開発が推進されている。この中で、小型デバイスの開発技術は、通信分野や情報機器分野への応用展開が試みられ、エビキタス情報社会での基盤技術と期待されている。

宇佐美光雄は、1990年代後半から、超小型無線 IC タグチップ（ミューチップ）の開発に従事し、その成果として、世界最小チップサイズ（0.4 ミリ角）の無線 IC タグ技術の開発に成功し、2005年3月から開催されている名古屋「愛・地球博」において、入場券への実装が行われ、無線 IC タグの技術革新と応用展開に貢献した。

無線 IC タグには機械的強度や低価格、高信頼性などが要求されるが、宇佐美は、機械的に弱い IC チップが0.5 ミリ角以下のサイズで優れた強度向上をもたらすことを初めて見出した。このために、プロセスの微細化のみに頼らず、チップを根本から小型化する以下のアイデアを実現し、超小型無線 IC タグチップを実用化した。

- ① 認識番号や商品情報を記憶する従来の書込み可能な ROM 機能を配線型 ROM で代行し、メモリセルの小型化と書込み回路を不要にした。

- ② ROM 容量を IPv6 と同じサイズの 128 ビットと小規模化した。
- ③ コマンド制御を不要とする簡潔な通信プロトコルを導入して、論理回路規模を縮小し、かつ整流用平滑容量を 80pF と小さくした。
- ④ 超小型チップ化に伴う実装の困難性を解消し同時に低価格化するために、アンテナ群とチップ群をバッチ接続して組み立て可能な両面電極チップ構造を発明した。
- ⑤ このチップ構造を基に、信頼性にも優れるガラス封止技術を開発し、自動車搭載などへの応用範囲を広げた。
- ⑥ 紙幣の偽造防止などのためにチップ上に 0.4 ミリ角という世界最小のアンテナを搭載する技術開発にも成功した。

製品発表後、本技術に対する反響は多大であり、特に、愛・地球博入場券システム、鋼材自動認識管理システム、農産物の生産記録システムへの採用が決定し、これを契機に超小型無線 IC タグの本格的実用化が活発化し、2005年に電子情報通信学会より業績賞を授与された。

文 献

- (1) 宇佐美光雄，“SOI 技術による 7.5 μm 厚、015mm 角 RFID チップ野開発，” 信学技報 SDM2006-133 Aug. 2006.
- (2) 2004年度 電子情報通信学会 業績賞 宇佐美光雄「超小型無線 IC タグ技術の開発と実用化」

誘電体材料測定技術

共振法をベースに、マイクロ波およびミリ波帯における誘電体材料の比誘電率を有効数字4桁以上、誘電正接を 10^{-5} 以下の高分解能で評価する技術が開発された⁽¹⁾。共振器材料、回路基板材料、液状や棒状など種々の誘電体材料評価に対応すべく、誘電体円柱共振器法⁽²⁾、遮断円筒導波管法、空洞共振器法、平衡型円板共振器法、 TM_{0m0} 空洞共振器法などが考案された。

それぞれに対して、測定治具や標準試料の開発、ラウ

ンドロビン試験による標準測定法としての妥当性検証が行われ、JIS 標準や IEC 国際標準として普及した⁽³⁾。我が国が誇る高周波用ファインセラミックス、LTCC 材料、樹脂基板材料などの技術開発に大きく貢献し、通信用誘電体フィルタ回路⁽⁴⁾や平面回路の高精度設計を可能とするための基盤技術として、今日も活用されている。

LTCC: Low Temperature Co-fired Ceramic

文 献

- (1) 2010 年度 電子情報通信学会 業績賞 小林禎夫「複素誘電率の高精度測定法の提案とそのマイクロ波応用技術の確立」
- (2) Y. Kobayashi and M. Katoh, "IEEE Trans. Microwave Theory Tech.," vol. MTT-33, pp. 586-592, Jul. 1985.
- (3) 2006 年度 経済産業省 工業標準化功労者表彰 小林禎夫
- (4) 1995 年度 新技術開発財団 井上春成賞 小林禎夫, 村田泰隆「移動体通信基地局用誘電体フィルタ」

衛星放送用 SHF 帯受信機

家庭のベランダや屋根には、衛星放送受信用の小型アンテナをあたりまえのように見ることができる。このアンテナには、放送衛星からの SHF（マイクロ波）帯電波を中間周波数に変換するダウンコンバータが備えられている。衛星放送開発当時、平面パターンに作られたマイクロ波回路を導波管内部に配置する独創的な回路技術

により、ダウンコンバータの低廉化と低雑音化が実現された⁽¹⁾⁽²⁾。さらに、衛星放送の FM 波を地上放送と同じ AM 波に直接変換する方式が提案され、低廉な衛星放送用受信機が実現された⁽¹⁾⁽³⁾。これをもとに、衛星からの電波を家庭で直接受信する現在の衛星放送の普及に至った。

文 献

- (1) 1974 年度 電子通信学会 業績賞 小西良弘「衛星放送用 SHF 帯受信機の開発」
- (2) Y. Konishi, K. Uenakada, N. Yazawa, N. Hoshino and T. Takahashi, "Simplified 12-GHz Low-Noise Converter with Mounted Planar Circuit in Waveguide," IEEE Trans. Microwave Theory Tech. vol. MTT-22, pp. 451-454, Apr. 1974.
- (3) Y. Konishi, "Proposed SHF FM Receiver for Satellite Broadcasting," Proc. IEEE Int. Conf. Communications, vol. 36, pp. 15-19, 1973.

移動体通信用電力増幅器モジュールの開発

2000 年頃、携帯電話市場の 6 割は GSM 端末が占め、その端末の 6 割に使われていたのが、日立製作所の電力増幅器（HPA）モジュールである。この技術成果は携帯電話の発展に大きな貢献をした。

これは送信信号を増幅するためのデバイスであり、欧州を中心に立ち上がり始めた GSM の成長に合わせて売り上げを拡大するとともに、同業他社が GaAs デバイスを採用する中、独自のデバイス・パッケージ技術を開発し、Si デバイスで高性能な HPA を実現した。

モジュールに使うデバイスは MOSFET であり、パワー MOS と呼ばれる高耐圧 MOSFET が基本である。1990 年、この高耐圧 MOSFET の高周波特性を改善するために、Si ゲートを金属（モリブデン）ゲートにした新しいデバイスを開発し、50% という Si MOS FET では世界トップの付加効率（RF 増幅出力と直流入力電力の比）を達成した。日立製作所は、1992 年ごろの GSM の普及に合わせ、このデバイスの量産化を進めた。

更なる性能向上に向けた検討から、モリブデンゲートの微細化だけでは限界があることが分かり、ゲート電極

の寸法を $0.8\ \mu\text{m}$ から $0.5\ \mu\text{m}$ に微細化する際に、それをアルミニウムで短絡する構造にし、大幅にゲート抵抗を低減することで、10GHz の性能を得た⁽¹⁾。

その後も、NiCd から Li 電池への移行に伴う電圧の変化（4.8V から 3.6V）と、それに対応するための電流の 2 倍化、出力電流の目標を達成するためのチップ分割と整合回路での合成、セラミック積層基板を用いた超小型、低価格の新パッケージなどの新技術を開発し、Si モジュールの可能性を広げた。GaAs ヘテロバイポーラトランジスタ（HBT）が発表された 90 年代末の時点では、GaAs-HBT への流れは食い止められないと思われたが、これに対しても、Si デバイスの最大の特徴である微細化と、Si デバイスでは大きなチャレンジである高耐圧化を両立するデバイス以上のように、本 Si モジュールは、Si-MOSFET のデジタル分野以外での応用を拡大してきた画期的な技術を製品にしたものであり 2002 年に第 35 回市村産業賞貢献賞を受賞している。

GSM: Global System for Mobile Communications

文 献

- (1) 吉田功, 勝枝嶺雄, 大高成雄, 丸山泰男, 岡部健明, “Si パワー MOSFET の高周波・高効率化,” 信学論 (C), C-1, vol. J76-C-1, no. 11, pp. 422-429, Dec. 1993.
- (2) 2002 年度 新技術開発財団 市村産業賞貢献賞 吉田功, 堀田正生, 小林邦雄 「Si-MOSFET を用いた移動体通信用高周波電力増幅器モジュールの開発と実用化」

漏洩同軸ケーブルの開発および実用化

漏洩同軸ケーブルとは、通信に用いられる電線（同軸ケーブル）のうち、信号を伝送すると共に、ケーブルに細長い穴（スロット）が設けられておりスロットから電波を漏らすことでアンテナなどとしても利用できるように設計されたケーブルのことである。これによって、ケーブル沿って電波は均一に発信する、または受信することが可能となってフェージングの少ない安定した通信システムを構成することができる。

漏洩同軸ケーブルを利用することで、外部から電波が届きにくいトンネルのような閉じた空間や、障害物の多い空間など電波不感地帯でも高品質な無線通信が利用でき通信システムにアクセス可能となる。車道や線路上の

トンネル内での FM 放送などに漏洩同軸ケーブルが利用されている。漏洩同軸ケーブルを用いると、トンネルや地下鉄・地下街などの電波不感地帯においても通信システムにアクセスが可能になる。特にトンネル内など電波不感地帯での列車用用途として開発が進められ、国鉄時代の山陽新幹線にて実用化され、トンネル内通話品質向上に貢献した。特にスロット構成を二重周期構造化するなどの工夫で VHF 帯から UHF 帯をカバーする広帯域な漏洩同軸ケーブルを実現したことは大きな成果である⁽¹⁾。これらの研究成果に対して大英帝国勲章（CBE）などを受賞している⁽²⁾。

文 献

- (1) 倉内憲孝, 吉田健一, 宮本善勇, “広帯域漏れ同軸ケーブル,” 信学論 (B), vol. 54-B, no. 10, pp. 682-686, Oct. 1971.
- (2) 2004 年 大英帝国勲章（CBE） 中原恒雄

光変調器の先駆的研究

光通信の実用化においては、いくつかのキーデバイスが必要だったが、光に情報をのせる技術、すなわち、光変調器も、重要なキーデバイスの一つであった。1960年代に様々な光学結晶が開発された。1960年代後半には、化合物半導体結晶の電気光学効果とそのバルク型光変調器への応用に関する研究を開始され⁽¹⁾、1970年代には、光導波路型デバイスを主とした研究開発が進めら

れ、光通信の実用化に貢献した⁽²⁾。1980年代には、位相変調用のLN変調器の研究が進められた⁽³⁾⁽⁴⁾。更に、1990年代以降の光通信システムの大容量化において、LN変調器は位相変調および多値変調を実現する不可欠な基礎デバイスとして貢献している⁽⁵⁾。

LN: Lithium Niobate

文 献

- (1) 1998年度 電子情報通信学会 業績賞 多田邦雄「半導体光変調器・光スイッチの基礎的研究」
- (2) 1988年度 電子情報通信学会 業績賞 末田正、井筒雅之「光変調器の高速化と集積化に関する研究」
- (3) 1993年度 光産業技術振興協会 櫻井健二郎氏記念賞 中島啓幾、清野實、山根隆志
- (4) 2010年度 文部科学大臣表彰 科学技術賞 開発部門 箱木浩尚、田中剛人、土居正治、杉山昌樹「光通信用40GLN光変調器の開発」
- (5) 2010年度 電子情報通信学会 業績賞 田中一弘、土居正治、杉山昌樹「大容量光伝送を実現するための多値位相変調用LN光変調器の先駆的研究」

光集積回路の先導的研究

光回路を平面内に一体化して集積すること、すなわち、モノリシック光集積回路は、小型化、低消費電力化に向けて有効な手段の一つであり、化合物半導体光デバイスの大きな特長の一つである。光集積回路において、主要部は光源を含む増幅機能部である。末松らは、光源である半導体レーザと複数の光増幅機能部と光検出器などを一体集積させ、光集積回路の原型をいち早く実現し、モノリシック光集積回路の基礎を確立した⁽¹⁾。一方、

佐々木は、縦型直接集積という方法を用いて、光励起スイッチおよび光双安定性の機能を可能とする光機能素子実現方法を提起した⁽²⁾。光回路の安定動作においては光非相反素子が必須であり、光集積回路実現のためには、導波路型の光非相反素子が必要である。水本は、化合物半導体上に集積可能な光非相反素子を実現し、大規模光集積回路への基礎を固めた⁽³⁾。

文 献

- (1) 1977年度 電子通信学会 業績賞 末松安晴、山田実、上林利生「モノリシック光集積回路の基礎研究」
- (2) 1986年度 電子通信学会 業績賞 佐々木昭夫「光増幅機能素子の研究」
- (3) 2011年度 電子情報通信学会 業績賞 水本哲弥「光非相反回路の先導的研究」

平面光波回路に関する研究開発

今日のインターネットの爆発的な普及は、大容量の伝送帯域を安価に提供できる光ファイバ伝送技術により支えられている。大容量化技術の一つとして、WDM 伝送システムが挙げられる。WDM 伝送システムでは、多数の光分岐回路や光送受信回路が必要であり、波長フィルタを用いた光回路の実現が必須であった。しかし、これらの波長フィルタには、狭チャネル間隔や低クロストークなどの厳しい要求が課せられた平面光導波路での実現

が期待されていた。河内らは、石英系の平面光導波路の設計技術・作製技術を確立し、その結果、高機能で経済的な平面光波回路が実用に供されることになった⁽¹⁾。その後、この平面光波回路技術を用いて、多数の波長を一括で合分波することを可能とするアレイ導波路回折格子（AWG：Arrayed Waveguide Grating）波長フィルタが実現され⁽²⁾、WDM 伝送システムの発展に大きく寄与することになった。

文 献

- (1) 1997 年度 電子情報通信学会 業績賞 河内正夫、岡本勝就、大森保治「光通信用平面光波回路の先駆的研究」
- (2) 2012 年度 電子情報通信学会 業績賞 高橋浩、井上靖之、鈴木扇太「WDM 伝送用アレイ導波路回折格子波長フィルタの先駆的研究」

ハイブリッド光集積に関する研究開発

通信の大容量化、伝送速度の高速化の進展とともに、光機能部品の集積化が必要とされてきた。これらは、高機能化が望まれると同時に、低消費電力化、小型化も必須となり、従来のバルク型の集積技術では、要求を満たせないものであった。内田らは、アクセス用通信デバイスとして、石英系平面光波回路（PLC）による光回路機

能と光源や光ディテクタなど光素子搭載機能とをあわせ持つ PLC プラットフォームによるハイブリッド光集積を提案した⁽¹⁾。また、小川らは、PLC プラットフォームにマイクロミラーを集積し、フォトディテクタとの縦型集積回路を実現した⁽²⁾。これらの集積技術の提案は、光トランシーバの小型化の基盤技術に寄与している。

文 献

- (1) 1997 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 内田直人、山田泰文、日比野善典、鈴木安弘、石原昇「Low-Cost Hybrid WDM Module Consisting of a Spot-Size Converter Integrated Laser Diode and a Waveguide Photodiode on a PLC Platform for Access Network Systems」
- (2) 2005 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 小川育生、阿部淳、土居芳行、鈴木扇太「Novel Stacked Packaging Structure Using Silica-Based PLC with Integrated Micro-Mirrors and Its Application to 8ch PD Array Module」

ナノフォトリクスの創造とその先導研究

光デバイスの微小化や回折限界を超えた観測技術は、光技術の限界を打破する革新技術として大きなテーマであった。大津は、光デバイスの微小化のために、「近接場光」を発生させ、その検出の基本デバイスとしての

ファイバプローブの開発を行い、実現した。そして、この技術を用いて、DNA の単一分子計測、半導体の単一量子ドットの分光などに応用し、「ナノフォトリクス」分野を構築した⁽¹⁾。

文 献

- (1) 2006 年度 電子情報通信学会 業績賞 大津元一「ナノフォトリクスの創造とその先導研究」

通信用半導体レーザーの開発と実用化

1970 年の GaAs 半導体レーザーの室温連続動作を契機として、光ファイバの損失低減・分散制御の発展とともに、通信用半導体レーザーの研究が精力的に行われてきた^{(1)–(6)}。林らは、二重ヘテロ接合構造を用いたレーザー発振を実現したのち、実用化に向けて劣化メカニズムの解明を行い、長寿命化の目途を立てた^{(7)–(10)}。白幡らは、はじめて横モードを安定させた TJS (Transverse Junction Stripe) レーザを開発した⁽¹¹⁾。一方、塚田らは、埋め込みヘテロ構造を提案、実現し、通信用レーザーとして基本的な構造を示した⁽¹²⁾。また、池上らは、直接変調による長距離通信における課題を抽出し、単一縦モードレーザーの重要性を明確にした⁽¹³⁾。小林らは、単一縦モードレーザーの有望な構造として分布帰還形半導体レーザーの開発に着手し、Gbit/s 帯での高速変調における安定動

作を実現した⁽¹⁴⁾。更に、長距離通信をめざし、シリカ系光ファイバの極低損失波長帯である 1.55 μm 帯で動作する半導体レーザーが開発された⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。1980 年代後半から半導体超薄膜結晶成長技術の進展があり、量子井戸構造を導入することによる優れた特性を達成する研究が発展した。電気を光に変換する活性層部分に量子井戸構造を導入することにより、しきい値電流低減および光出力効率上昇が達成され、要求光出力を得るための消費電力が著しく低減されるとともに、高速変調特性も大きく改善された⁽¹⁷⁾。2000 年代には室温以上の高温域での低消費電力化および高速動作化に向けて、優れた温度特性を有する InGaAlAs 系量子井戸を用いたレーザーの開拓が行われた⁽¹⁸⁾。

文 献

- (1) 2014 年 国際科学技術財団 日本国際賞 末松安晴「半導体レーザーの研究」
- (2) 2015 年度 内閣府 文化勲章 (光通信工学) 末松安晴
- (3) 2003 年度 内閣府 文化功労賞 (情報工学) 末松安晴
- (4) 2006 年度 大川情報通信基金 大川賞 末松安晴「動的単一モード半導体レーザーの創案と長距離・超高速光ファイバ通信への先駆的研究」
- (5) 1994 年度 NEC C&C 財団 C&C 賞 末松安晴「光ファイバ通信システム技術の進歩発展に対する基礎的且つ先駆的貢献」
- (6) 1993 年度 日本放送協会 放送文化賞 末松安晴「光エレクトロニクスの第一人者として、ハイビジョンなどの新しい放送技術の発展に貢献」
- (7) 1974 年度 電子通信学会 業績賞 林厳雄, 南日康夫「長寿命半導体レーザーの研究開発の先導」
- (8) 2001 年度 稲盛財団 京都賞 林厳雄「光エレクトロニクスにおける先駆的貢献としての半導体レーザーの室温連続動作達成」
- (9) 1986 年度 NEC C&C 財団 C&C 賞 林厳雄「室温で連続発振を可能にしたダブルヘテロ構造の半導体インジェクションレーザーの創案とその実用化」
- (10) 1985 年度 朝日新聞文化財団 朝日賞 林厳雄「半導体レーザーによる常温、連続発振」
- (11) 1980 年度 電子通信学会 業績賞 白幡潔, 須崎渉, 浪崎博文「単一モード低しきい値 TJS レーザダイオードの研究開発」
- (12) 1983 年度 電子通信学会 業績賞 塚田俊久, 伊藤良一「埋込みヘテロ構造半導体レーザーの発明・開発」
- (13) 1983 年度 電子通信学会 業績賞 池上徹彦, 伊藤武「通信用半導体レーザーの研究」
- (14) 1988 年度 電子情報通信学会 業績賞 小林功郎, 水戸郁夫, 田口剣申「長距離大容量光通信用光半導体デバイスの開発」
- (15) 1994 年度 通信協会 前島密賞 堺和夫, 秋葉重幸, 山本果也「1.5 μm 帯半導体レーザーの世界初の室温連続発振」
- (16) 2010 年度 電子情報通信学会 業績賞 荒井滋久「長波長帯半導体レーザーに関する先導的研究」
- (17) 1995 年度 電子情報通信学会 業績賞 茅根直樹, Won-Tien Tsang, 水戸郁夫「光通信用量子井戸構造半導体レーザーの開発」
- (18) 2006 年度 電子情報通信学会 業績賞 中原宏治, 土屋朋信, 青木雅博「InGaAlAs 材料系を用いた毎秒 10 ギガビット伝送用高温動作通信用光源」

面発光半導体レーザーの先駆的研究

半導体レーザーは、当初、基板面に平行に光を出射される端面発光型レーザーが開発されてきたが、伊賀は、基板面に垂直に光を出す面発光レーザーを提案し、レーザー発振を実現した⁽¹⁾。この面発光レーザーは、二次元的に多数の素子を集積できるという特徴があるのみならず、極低閾

値動作、安定な単一波長動作などの優れた特徴がある。その結果、短距離光 LAN や光インタコネクト用光源として使われるとともに、レーザーマウス、高精細カラープリンタ、3D センサなど、多くの分野で使われるようになって^{(2)–(5)}。

文 献

- (1) 1990 年度 電子情報通信学会 業績賞 伊賀健一「面発光半導体レーザーの先駆的研究」
- (2) 2013 年 フランクリン財団 フランクリン学術賞パワー賞 伊賀健一「面発光レーザーの発案と光エレクトロニクスへの広範な応用への研究」
- (3) 2008 年度 日本放送協会 放送文化賞 伊賀健一
- (4) 2007 年度 NEC C&C 財団 C&C 賞 伊賀健一「面発光レーザーの発明とその実現による光エレクトロニクス発展への貢献」
- (5) 1997 年度 朝日新聞文化財団 朝日賞 伊賀健一「面発光半導体レーザーの研究」

青色発光ダイオードの先駆的研究

発光ダイオードは、1950 年代から研究開発されており、1960 年代に、赤色、黄緑色のダイオードは開発されていたが、青色発光ダイオードが実現されれば、光の 3 原色がそろい、ディスプレイ、その他多くの応用が可能であり、産業的期待は大きかった。しかし、青色発光可能な半導体材料である窒化ガリウムの結晶品質改善が

困難であった。赤崎、天野、中村らは、この結晶品質を飛躍的に改善し、高輝度青色発光ダイオードの実用化を可能にして、半導体照明など産業上も大きなインパクトをもたらした^{(1)–(10)}。

文 献

- (1) 2014 年 スウェーデン王立科学アカデミー ノーベル物理学賞 赤崎勇、天野浩、中村修二 [for the invention of efficient blue light-emitting diodes which has enabled bright and energy-saving white light sources]
- (2) 2011 年度 内閣府 文化勲章（半導体電子工学）赤崎勇
- (3) 2014 年度 内閣府 文化勲章（電子・電気材料工学）天野浩
- (4) 2014 年度 内閣府 文化勲章（半導体工学）中村修二
- (5) 2011 年度 内閣府 文化功労者（電子工学）赤崎勇
- (6) 2014 年度 内閣府 文化功労者（半導体工学）天野浩
- (7) 2014 年度 内閣府 文化功労者（電子工学）中村修二
- (8) 2009 年度 稲盛財団 京都賞 赤崎勇 「窒化ガリウム pn 接合の先駆的实现による青色発光素子発展への貢献」
- (9) 1998 年度 NEC C&C 財団 C&C 賞 赤崎勇、中村修二「窒化ガリウム系化合物半導体による高光度、長寿命の青色発光素子の実現に対する基礎的かつ先駆的貢献」
- (10) 2000 年度 朝日新聞文化財団 朝日賞 赤崎勇、中村修二「青色発光素子の研究と開発」

光ファイバ基礎技術

光ファイバの実用化は、1975～1983年に亘る電電公社と電線メーカ（古河電工、住友電工、藤倉電線）の共同開発体制下で強力に推し進められ、1976年に波長1.27 μm で0.47dB/kmという画期的な低損失特性が実現⁽¹⁾、1977年には量産性に富んだ日本独自の光ファイバ製造方法であるVAD法が発案された⁽²⁾。また、実用開始当

初、主に用いられたグレーデッド型光ファイバに関しては最適屈折率分布の導出や屈折率分布の測定法が開発され⁽³⁾、その後、主流となった単一モード光ファイバに関しても、W型屈折率構造による波長分散の制御等⁽⁴⁾、その高性能化検討が世界に先駆けて進められた。

VAD: Vapor-phase Axial Deposition

文 献

- (1) 1976年度 電子通信学会 業績賞 堀口正治、小山内裕「極低損失長波長帯光ファイバの研究」
- (2) 1980年度 電子通信学会 業績賞 伊澤達夫、枝廣隆夫、中原基博「光ファイバ連続製造法（VAD）の研究開発」
- (3) 1978年度 電子通信学会 業績賞 大越孝敬、岡本勝就、保立和夫「光ファイバ内屈折率分布の最適設計と測定法の研究」
- (4) 1987年度 電子情報通信学会 業績賞 川上彰二郎「光ファイバの高性能化に関する先駆的研究」

光ファイバケーブル化技術

光の伝搬損失に係わるカットバック法の確立他、光ファイバのパラメータ測定法を提案し、国際標準化に貢献した。光ファイバ自体の特性を維持できるよう、曲げや側圧、張力を低減した光ケーブル標準構造を決定し、商用導入し、障害点探索が可能なパルス試験機を実用化した⁽¹⁾。アクセス系向けに、テープ型光ファイバ心線を

溝に積層・収納するスロットコア構造を採用し、光ケーブルの高密度化を達成した。また、吸水材を用いた作業性に優れた防水ケーブルを実現した⁽²⁾。SZ撚りを適用することにより、後分岐を容易にし、加入者接続工事を効率化した⁽³⁾。

文 献

- (1) 1985年度 電子通信学会 業績賞 内田直也、徳田正満、青海恵之「光ファイバケーブル設計理論と評価方法の研究」
- (2) 1992年度 電子情報通信学会 業績賞 高島征二、川瀬正明、上野谷拓也「高密度光ファイバケーブルならびに関連技術の実用化」
- (3) 1968年度 大河内記念会 大河内記念技術賞 吉村正道、田中重信、高田寿久「SZより方式通信ケーブルおよび製造装置の開発」

光ファイバ接続・コネクタ

高精度位置合せによる接続損失の低減とその長期信頼性を確保した光コネクタならびに融着接続技術の実用化に貢献し、その小型化・経済化を達成した。バッテリー動作の可搬型融着機を実現した他、SC形および多心用MT形コネクタは標準化され、世界で広く使われている⁽¹⁾。

また、光ファイバ間の接続のみならず、導波路を介して光源（VCSEL）やPDと光ファイバ間の接続を可能とするパラレル光インターコネクトモジュール用多心光コネクタも開発された⁽²⁾。

文 献

- (1) 2010年度 電子情報通信学会 業績賞 杉田悦治、佐武俊明、加島宣雄「光ファイバ接続技術の開発」
- (2) 1999年度 電子情報通信学会 猪瀬賞、安東康博、碓氷光男、佐藤信夫、桂浩輔「Multiport Optical Bare-Fiber Connector for Parallel Optical Interconnect Module」

光ファイバ開発

光ファイバが普及していく中、有限要素法やビーム伝搬法といった光導波の数値解析法および等価回路理論に基づく光導波理論が構築⁽¹⁾、活用された。FTTH 用光ファイバとしては、空孔構造により半径 5mm の小さな曲げにも耐える光ファイバが実用化された⁽²⁾。多成分系

ガラスによるセルフロックファイバー技術⁽³⁾は、光部品の微小レンズに適用され多大な貢献を果たした。応力付与部をコア両側に配置した PANDA 型に代表される偏波面保存光ファイバ⁽⁴⁾は、光通信の大容量化に不可欠な偏波多重技術を可能とした重要な技術である。

文 献

- (1) 2003 年度 電子情報通信学会 業績賞 小柴正則「光・電磁波工学における高精度数値解析法に関する先駆的貢献」
- (2) 2012 年度 電子情報通信学会 業績賞 中島和秀, 三川泉, 富田茂「低曲げ損失光ファイバの実用化」
- (3) 1973 年度 電子通信学会 業績賞 北野一郎, 内田禎二「セルフロックファイバーの研究開発」
- (4) 1982 年度 電子通信学会 業績賞 大越孝敬, 佐々木豊, 松村宏善「偏波面保存光ファイバの開発」

希土類添加光ファイバ増幅器

現在の 10Tbps/ ファイバ超の大容量通信に導く核となった技術の一つに希土類添加ファイバ増幅器がある。世界で初めてエルビウム添加石英系ファイバを励起する光源に半導体レーザを用いる方法を提案し、光ファイバの低損失波長領域の 1.5 μm 帯で 12.5dB の利得を得ることに成功した⁽¹⁾。これにより小型の光増幅器に道を開いた。その後、半導体レーザは改良（ひずみ補償量子井

戸構造, ドーピング量の最適化, 端面保護構造）により高信頼・高出力化がなされ⁽²⁾, 光増幅器を実用化にレベルに引き上げた。更には, 帯域 100nm 超の広帯域光増幅器をエルビウム添加テルライト光ファイバ増幅器とトリウム添加光ファイバ増幅器を組み合わせることで実現した⁽³⁾。

文 献

- (1) 1993 年度 電子情報通信学会 業績賞 中沢正隆, 萩本和男「エルビウム光ファイバ増幅器とその応用に関する先駆的研究」
- (2) 2000 年度 電子情報通信学会 業績賞 粕川秋彦, 伊地知哲朗, 池上嘉一「光ファイバアンプ励起用高出力レーザモジュール」
- (3) 2000 年度 電子情報通信学会 業績賞 須藤昭一, 大石泰丈, 森 淳「WDM 伝送用光ファイバ増幅器の広帯域化に関する先駆的研究」

大面積高精細ディスプレイの開発

近年の大型ディスプレイの進化は目覚ましい。特に、2000年にBSデジタル放送が開始され、ハイビジョンの画質、高音質サービスが開始された。ハイビジョンは、高臨場感のあるシステムで、1970年代からその研究は始まっていた。しかし、このシステムが一般家庭に入るためには、大画面での薄型壁掛けテレビの開発が必須であった。様々な平面ディスプレイが提案されている

中で、村上らは、プラズマディスプレイパネルに着目し、デバイス・システム技術、全般にわたる開発を推進した⁽¹⁾。一方、薄型、軽量、低消費電力、という特徴を持つ液晶ディスプレイの研究開発も活発に行われた。内田は、液晶ディスプレイのカラー化において、低電力化、高速化に向けた研究と実用化という点で、学術面・産業面における実績を残した^{(2)–(4)}。

文 献

- (1) 1999年度 電子情報通信学会 業績賞 村上宏、吉川重夫、倉重光宏「ハイビジョン用プラズマディスプレイの実用化」
- (2) 2008年度 電子情報通信学会 業績賞 内田龍男「広視野角・高速液晶ディスプレイモードの研究開発およびその高精細フルハイビジョン液晶ディスプレイへの応用」
- (3) 2016年 高柳健次郎財団 高柳健次郎賞 内田龍男「液晶の基礎物性の解明および高品位カラー液晶テレビの研究開発に対する貢献」
- (4) 2013年度 日本放送協会 放送文化賞 内田龍男

インテグラル立体テレビの先導的研究

インテグラル立体テレビは、1908年にLippmannによって提案された立体写真を撮影および表示するインテグラルフォトグラフィ技術を基本原理としている。岡野らは、立体用の特殊な眼鏡を使用することなく自然な立体像を観察できるインテグラル立体テレビシステムの基

本概念を提案するとともに、本システムを実現するための撮像から表示技術に関する要素技術を構築・実証することで、次世代の立体放送サービスの可能性を大きく高めた⁽¹⁾⁽²⁾。

文 献

- (1) 2009年度 文部科学省 文部科学大臣表彰科学技術賞 岡野文男「屈折率分布ファイバーアレイによる3次元イメージングの研究」
- (2) 2014年度 電気通信普及財団 電気通信普及財団賞 テレコムシステム技術賞 洗井淳、山下誉行、三浦雅人、日浦人誌、岡市直人、岡野文男、船津良平「Integral three-dimensional image capture equipment with closely positioned lens array and image sensor」

圧縮センシングによる地中レーダの地雷検出

モデル規範型の圧縮センシングを用いて地中レーダの目標検出能力が向上し地雷検出に応用された。従来の圧縮センシング技術は、1組のレーダデータには数個のターゲットしか含まれないというイメージの部分空間のスパース性を利用して測定データ数を大幅に削減する手法でありデータ取得間隔を密にしなくても済むという利点があるが、そのままでは地中レーダの地雷検出には適用できない。その理由は地雷が点散乱体でないことと地中を伝わる電磁波の伝搬特性が複雑で非常に強いクラッタ構造を有しているからである。そこで地雷の物理

構造などを考慮したモデル規範型の圧縮センシングアルゴリズムを開発し、更に地雷からの電波散乱をいくつかのピクセルからの散乱の集合と見なすブロック構造を導入することで埋設地雷のイメージングに成功した。提案手法は実験室だけでなく、東北大学がカンボジア実地雷原で取得した実データへも適用することでその有効性を検証した。

この研究成果に対して電子情報通信学会より2016年度の喜安善市賞が授与されている⁽¹⁾。

文 献

- (1) 2016年度 電子情報通信学会 喜安善市賞 R. Karline, 佐藤源之「Model-Based Compressive Sensing Applied to Landmine Detection by GPR」

音声認識とその実用化

音声認識

音声認識の実用化

電話が重要なコミュニケーションの手段であるので、電話で送受信される音声の研究は早くから立ち上がった。計算機により音声を認識させようとする研究は坂井らによるセロ交差波を用いた音声タイプライタの研究⁽¹⁾に始まる。その後計算機の発展とともに様々な方式が提案されてきたが、迫江らによる DP マッチングを用いた連続音声認識法⁽²⁾、古井によるケプストラムとデルタケプストラムを用いた音声認識法⁽³⁾、中川らの隠れマルコフモデルを用いた音声認識法⁽⁴⁾などが世界的に注目され

た。近年では、深層学習による音声特徴の抽出、認識の研究が行われている。同時にその時の技術を用いた実用化も進んでいる。加藤らは DP マッチングを用いた連続単語音声認識装置とともに、不特定話者用音声認識装置を開発した⁽⁵⁾。渡辺は、不特定話者、大語彙、連続音声認識の技術の統合、コンパクト化、誤り対処など実用化に向けての研究⁽⁶⁾に取り組んだ。近年は、クラウドサービスを利用して携帯端末への展開も進んでいる。

DP: Dynamic Programming

文 献

D-1 音声認識

- (1) 坂井利之, “音声タイプライター,” 科学読売, vol. 8, no. 6, pp. 46-47, 1956.
- (2) 1983 年度 電子通信学会 米澤ファウンダーズ・メダル受賞記念特別賞 迫江博昭 [A Generalized Two-Level DP-Matching Algorithm for Continuous Speech Recognition]
- (3) 2002 年度 電子情報通信学会 業績賞 古井貞熙 [音声認識・理解技術に関する先駆的研究]
- (4) 2014 年度 電子情報通信学会 業績賞 中川聖一 [確率モデルによる音声認識分野の先駆的研究]

D-2 音声認識の実用化

- (5) 1980 年度 電子通信学会 業績賞 加藤康雄, 千葉成美, 迫江博昭 [音声認識装置の研究開発]
- (6) 2003 年度 電子情報通信学会 業績賞 渡辺隆夫 [音声認識技術の実用化に関する研究]

音声合成

機械により人間の音声を合成しようとする研究は、日本では、1970 年ごろに発明された板倉らによる PARCOR に基づく音声の分析合成方式⁽¹⁾から始まった。板倉らは、PARCOR よりも優れた LSP 特徴に基づく音声合成法⁽²⁾を続いで提案した。初期の研究は、入力された音声を分析して特徴量として表現し、これを音声合成により元の音声に戻すというものであった。その後、任意の文章を合成できる音声合成の研究が進められ、声道のモデル化や音声信号の統計モデルに基づく分析合成法などが提案され、処理の効率化や合成される音声の高品質化へと発展してきている。高品位の音声合成は、肉声から

切り出した音声素片データを大量に集めておき、この中から最適な素片を選択して信号処理することで作られる。赤嶺らは韻律変形による劣化を最小化するような音声素片を統計的に学習することにより、少ないデータ、メモリサイズで高品位な音声合成方式⁽³⁾を提案した。徳田らは隠れマルコフモデルに基づく音声合成法⁽⁴⁾を提案した。近年では、深層学習により合成音声を生成する研究が行われている。また、歌声や感情豊かな音声を合成する研究、声質を変換する研究なども行われている。

PARCOR: PARtial auto-CORrelation

LSP: Line Spectrum Pair

文 献

- (1) 1972 年度 電子通信学会 業績賞 斎藤収三, 板倉文忠 [PARCOR 形音声分析合成方式の発明開発]
- (2) 1981 年度 電子通信学会 業績賞 板倉文忠, 管村昇 [音声分析合成方式の研究]
- (3) 2011 年度 電子情報通信学会 業績賞 赤嶺政巳, 籠嶋岳彦 [省メモリに適した高品位音声合成方式の先駆的研究]
- (4) 2014 年度 電子情報通信学会 業績賞 徳田恵一 [統計モデルに基づいた音声合成研究分野の開拓]

音声符号化

電話はサンプリングされた音声を通信路を介して送るものであるので、音声をいかに圧縮するかという音声の符号化の研究と、圧縮したデータから音声を合成する研究が必要であった。1970 年頃、板倉は LSP 方式⁽²⁾を提案し、音声の圧縮・符号化の基本的な特徴量となった。守谷らは、音声を対象とした CS-ACELP⁽³⁾や低ビットレートの PSI-CELP⁽⁴⁾を提案し、国際標準化へ貢献した。国際標準としての MPEG は音声だけでなく音響の符号化も含んでいる。この MPEG オーディオに対して、杉山らは可変ブロック長適応変換符号化⁽⁵⁾や TwinVQ 方式などを提案し、国際標準化に貢献した。通信網がブ

ロードバンドになるにしたがって、音声符号化に対する要求も異なってきており、日和崎らは圧縮率だけでなく、低遅延、高品質を目指した符号化⁽⁶⁾を提案し国際標準化に貢献した。野村らは、ワンセグや携帯端末向けに低ビットレートのオーディオ圧縮技術⁽⁷⁾を提案し、国際標準化に貢献した。

CS-ACELP: Conjugate Structure and Algebraic Code
Excited Linear Prediction

PSI-CELP: Pitch Synchronous Innovation CELP

MPEG: Moving Picture Experts Group

文 献

- (1) 電子情報通信学会, “声・オーディオ符号化,” 知識の森 2 群 8 編.
http://www.ieice-hbkb.org/portal/doc_449.html
- (2) 1981 年度 電子通信学会 業績賞 板倉文忠, 管村昇「音声分析合成方式の研究」
- (3) R. Salami, C. Laflamme, J.P. Adoul, A. Kataoka, S. Hayashi, T. Moriya, C. Lamblin, D. Massaloux, S. Proust, P.Kroon and Y. Shoham, “Design and description of CS-ACELP: Toll quality 8 kb/s speech coder,” IEEE Trans. Speech and Audio Processing, vol. 6, no. 2, pp. 116-130, 1998.
- (4) 三樹聡, 守谷健弘, 間野一則, 大室仲, “ピッチ同期雑音励振源をもつ CELP 符号化 (PSI-CELP),” 信学論 (A), vol. 77-A, pp. 314-324, 1994.
- (5) 2006 年度 電子情報通信学会 業績賞 杉山昭彦, 守谷健弘, 赤桐健三「オーディオ符号化基本技術の開発と MPEG 国際標準化への貢献」
- (6) 2008 年度 電子情報通信学会 業績賞 日和崎祐介, 佐々木茂明, 大室仲「広帯域スケーラブル音声符号化技術の開発および ITU-T 国際標準化への貢献」
- (7) 2011 年度 電子情報通信学会 業績賞 野村俊之, 則松武志, 嶋田修「低演算量オーディオ帯域拡張技術の開発と MPEG 国際標準化への貢献」
- (8) 守谷健弘, “音声符号化,” 電子情報通信学会編, 1998.

音声技術の新展開

音声の携帯端末への展開

音声のユニバーサルデザイン

電話が急速に進展し、携帯電話からスマートフォンへと進展してゆく中、音声関連技術も携帯端末に向けてさらなる高品質化、高圧縮化、低遅延化が求められている。守谷らの低ビットレート高品質コーデック⁽¹⁾、加藤らの分散型大語彙連続音声認識システム⁽²⁾、鈴木⁽³⁾の音質向上技術⁽³⁾などが提案されている。栄藤らのクラウドサービスを併用した「しゃべってコンシェル」サービス⁽⁴⁾は既に商用サービスとして展開中である。音声認識、音声合成だけでなく言語処理も統合した研究として、自動音声翻訳や音声対話システムの研究も進められている。

分析技術や認識技術が進んだ結果、音声に関するユニバーサルデザインに向けての研究も活発化している。放送においては、高齢化が進んでいることを考慮して字幕を付ける重要性が高まり、音声認識技術を利用して自動的に字幕を付与する技術^{(6)～(11)}が安藤らによって開発された。話す言葉の速度は聞き取りに影響を与えるので、話速を変換する技術^{(12)～(14)}も池沢らによって提案されている。また、新しいセンサの開発によって、鹿野らの非可聴つぶやき認識法⁽⁵⁾など興味深い研究も推進された。

文 献

D-5 音声の携帯端末への展開

- (1) 1994 年度 電子情報通信学会 業績賞 小林記念特別賞 守谷健弘、三木俊雄「低ビットレート高品質移動通信音声コーデックの先駆的研究」
- (2) 2010 年度 情報処理学会 喜安記念業績賞 加藤恒夫 宇都宮栄二「第 3 世代携帯電話における大語彙連続音声認識を可能にした分散型音声認識システムの開発と商用化」
- (3) 2012 年度 文部科学省 文部科学大臣表彰科学技術賞 鈴木政直「携帯電話向け音質向上技術の開発」
- (4) 2013 年度 通信文化協会 前島密賞 栄藤稔、磯田佳徳、飯塚真也、辻野孝輔、東中竜一郎「「しゃべってコンシェル」の開発・実用化」
- (5) 2004 年度 電子情報通信学会 猪瀬賞 中島淑貴、柏岡秀紀、キャンベルニック、鹿野清宏「非可聴つぶやき認識」

D-6 音声のユニバーサルデザイン

- (6) 安藤彰男、今井亨、佐藤庄衛、小林彰夫「音声認識を利用した生放送番組への字幕付与」
- (7) 小林彰夫、今井亨、安藤彰男、中林克己、「ニュース音声認識のための次期依存言語モデル」, 情報学論, vol. 40, no. 4, pp. 1421-1429, Apr. 1999.
- (8) 2001 年度 電子情報通信学会 論文賞 安藤彰男、今井亨、小林彰夫、本間真一、後藤順、清山信正、三島剛、小早川健、佐藤庄衛、尾上和穂、世木寛之、今井篤、松井淳、中村章、田中英樹、都木徹、宮坂栄一、磯野春雄、「音声認識を利用した放送用ニュース字幕制作システム」
- (9) 今井亨、田中英樹、安藤彰夫、磯野春雄、「最ゆる単語列逐次比較による音声認識の早期確定」, 信学論 (D-2), vol. J84-D-2, no. 9, pp. 1942-1949, Sep. 2001.
- (10) 松井淳、本間真一、小早川健、尾上和穂、佐藤庄衛、今井亨、安藤彰男、「言い換えを利用したリスピーク方式によるスポーツ中継のリアルタイム字幕制作」, 信学論 (D-2), vol. J87, no. 2, pp. 427-435, Feb. 2004.
- (11) T. Imai, S. Sato, S. Homma, K. Onoe and A. Kobayashi, "Online Speech Detection and Dual-Gender Speech Recognition for Captioning Broadcast News," IEICE Trans. Inf. & Syst., vol. E-90-D, no. 8, pp. 1286-1291, Aug. 2007.
- (12) 池沢龍、中村章、清山信正、都木徹、宮坂栄一、「話速変換に伴う時間伸長を吸収するための一方法」, 信学技報, SP92-56, 1992.
- (13) 都木徹、清山信正、宮坂栄一、「複数の窓幅から得られた自己相関関数を用いる音声基本周期抽出法」, 信学論 (A), vol. J80-A, no.9, pp. 1341-1350, Sep. 1997.
- (14) 今井篤、池沢龍、清山信正、中村章、都木徹、宮坂栄一、中林克己、「ニュース音声を対象にした時間遅れを蓄積しない適応形話速変換方式」, 信学論 (A), vol. J83-A, no.8, pp. 935-945, Aug. 2000.

音響処理

音の処理は電話に向けた人間の音声が先導してきたが、音響データに関しても MPEG などでは圧縮符号化は進んでいる。近年は、複数／単数マイクロフォンを用いた音響処理・音源分離に関する研究や、音楽を人間と演

奏するロボット、鳥などの生物の鳴き声の解析など音響処理が進展している。牧野らは、これらの研究の基礎となる複数の音源を、独立成分分析に基づいて分離する方式⁽¹⁾を提案している。

文 献

- (1) 2016 年度 電子情報通信学会 業績賞 牧野昭二、猿渡洋、澤田宏「音響信号のブラインド音源分離に関する先駆的研究」

映像の符号化と標準化

映像符号化

映像符号化の標準化

映像の圧縮はテレビジョンの普及とともに重要性が高くなり、研究が進められた。アナログのテレビ信号をデジタル信号に変換し 20Mbit/s で伝送する CODEC を世界に先駆けて開発した金子らの業績⁽¹⁾、テレビ電話やテレビ会議を対象にした 64kbit/s の映像符号化伝送システムを開発した山口らの業績⁽²⁾などがある。羽鳥らは、MPEG でも採用されている動き補償符号化方式や内装予測符号化方式^{(3)～(5)}などの方式を提案した。村上らはアナログテレビ 1 チャンネル分の容量で多チャンネルのテレビ信号をデジタル中継できるデジタル高圧縮符

号化技術⁽⁶⁾を実用化した。映像の符号化は MPEG シリーズで標準化されている。安田らは MPEG2 の標準化に多大な貢献⁽⁸⁾をした。浅井らによる MPEG4 の標準化に対する貢献⁽¹¹⁾も注目に値する。これら標準化を実装したコーデックの開発と実用化⁽⁸⁾⁽⁹⁾には中川や新田らが貢献している。中島らは特にモバイル端末を意識した MPEG に関する符号化の実装、編集・検索方式⁽⁷⁾などを開発した。

CODEC: COder/DECoder/COmpressor/DECompressor

文 献

D-8 映像符号化

- (1) 1985 年度 電子通信学会 業績賞 金子尚志、石黒辰雄、飯沼一元「テレビ信号フレーム間符号化装置の研究開発実用化」
- (2) 1987 年度 電子情報通信学会 業績賞 山口博久、八塚陽太郎、和田正裕「64kbit/s 統合画像通信システムの開発」
- (3) 1995 年度 電子情報通信学会 業績賞 羽鳥光俊「デジタル画像符号化と映像信号処理の研究」
- (4) 羽鳥好律, “帰還差分量子化を用いた画像信号の内挿予測符号化,” 信学論 (B), vol. J66-B, no. 5, pp. 599-606, May. 1983.
- (5) 山本英雄, 羽鳥好律, “テレビ電話 / テレビ会議の研究動向—カラー動画画像低レート符号化技術,” 信学誌, vol. 70, no. 9, p. 939-944, 1987.
- (6) 1999 年度 電子情報通信学会 業績賞 村上仁己, 松本修一「国際テレビジョン中継用デジタル圧縮符号化技術の開発と実用化」
- (7) 2006 年度 電子情報通信学会 業績賞 中島康之, 滝嶋康弘「モバイルコンテンツサービスのための MPEG 応用技術の開発と実用化」
- (8) 2016 年度 内閣府 紫綬褒章 中川章「デジタル映像の符号化技術と伝送装置の開発」
- (9) 2016 年度 電子情報通信学会 業績賞 新田高庸, 中村健, 大西隆之「MPEG-2/H.264/H265 コーデック開発と実用化への貢献」

D-9 映像符号化の標準化

- (10) 1994 年度 電子情報通信学会 業績賞 L. Chiarigione, 安田浩, 富永英義「デジタル動画画像符号 : MPEG-2 : の国際標準方式の実現」
- (11) 2001 年度 電子情報通信学会 業績賞 浅井光太郎, 柴藤稔, 中屋雄一郎「デジタル映像符号化 MPEG-4 国際標準方式の実現」
- (12) 関口俊一, “招待講演 映像符号化の標準化動向—一次世代国際標準 HEVC,” 信学技報, CQ2010-69, vol. 110, no. 455, pp. 13-18, Mar. 2011

高解像度映像 高品位テレビ 4K デジタルシネマ

テレビ映像の高解像度化は日本主導で進められ、ハイビジョン、スーパーハイビジョンを生み出した。映画のデジタル化のために作られた規格が4K デジタルシネマである。二宮らはアナログハイビジョン信号の圧縮方式としてフィールド間とフレーム間にサブサンプリングを導入する MUSE 方式⁽¹⁾を提案し、谷本は、TAT 方式⁽³⁾を提案したが、MUSE 方式がハイビジョン放送方式として実用化⁽²⁾された。谷本は3次元映像としての自由視点テレビ⁽³⁾も提案している。榊原らは日本が考案したハイビジョンのスタジオ規格を国際規格にすることに多大な貢献⁽²⁾をし、その結果、ハイビジョンテレビが実用

化された。岡野らはハイビジョンテレビを16枚結合したスーパーハイビジョンを提案してシステム化し、走査線を4,320本、水平画素数7,680の超高解像度テレビ⁽⁴⁾を開発した。菅原らはスーパーハイビジョンで用いる広色域表色系⁽⁵⁾⁽⁸⁾を提案し色の再現性を著しく高めた⁽⁶⁾⁽⁷⁾。この流れに対して、映画業界ではアナログフィルムのデジタル化という観点から高解像度化が検討され、ハリウッドが中心になり4K デジタルシネマの規格が制定された。この技術を開発したのが青山ら⁽⁹⁾である。

MUSE: Multiple sub-Nyquist Sampling Encoding

文 献

D-10 高品位テレビ

- (1) 1986年度 電子通信学会 業績賞 二宮祐一、大塚吉道、杉本昌穂「高品位テレビ衛星放送用帯域圧縮方式の開発」
- (2) 1990年度 電子情報通信学会 業績賞 榊原盛吉、杉本昌穂、田所康「HDTV（ハイビジョン）の規格化、実用化」
- (3) 2004年度 電子情報通信学会 業績賞 谷本正幸「画像情報の圧縮と処理に関する先駆的研究」
- (4) 2005年度 電子情報通信学会 業績賞 岡野文男、佐藤正人、荻野憲一「査線4000級超高精細映像システム・スーパーハイビジョンの研究開発」
- (5) 2015年度 通信文化協会 前島密賞 菅原正幸、西田幸博、正岡頭一郎「超高精細度テレビジョン用広色域表色系の開発と標準化」
- (6) 菅原正幸、「スーパーハイビジョンの開発における人間科学的側面からの研究、」信学論 (A), vol. J91-A, no.6, pp. 613-621, Jun. 2008.
- (7) 正岡頭一郎、安藤広志、「超臨場感と像評価、」信学誌, vol. 96, no.4, p. 256-262, 2013.
- (8) 正岡頭一郎、西田幸博、菅原正幸、「スーパーハイビジョンの広色域表色系、」信学技報, vol. 11, no. 35, IMQ2011-4, pp. 19-24, 2011.

D-11 4K デジタルシネマ

- (9) 2003年度 電子情報通信学会 業績賞 青山友紀、小野定康、藤井哲郎「4K デジタルシネマの提唱と開発」

ベクトル量子化

電話やテレビジョンのような通信手段が比較的少ない画像の圧縮は、当学会では画像伝送の側面から研究されてきた。田崎らは画像に対してベクトル量子化という概

念⁽¹⁾を世界に先駆けて提案し、これに関する様々な方式を研究開発した。

文 献

- (1) 1988年度 電子情報通信学会 業績賞 田崎三郎、村上篤道、斎藤隆弘「画像のベクトル量子化手法の開発」

画像符号化

画像符号化

知的画像符号化

画像の符号化は写真伝送やファクシミリ伝送で研究が進められており、初期のころは画像分野として扱われていたが、現在は一般的な画像処理とは独立した分野となっている。富永は画像の通信と蓄積が同じ原理で符号

化できることに気づき、多くの基礎的貢献とそれに基づいて境界線追跡符号⁽¹⁾の提案を行った。画像処理を符号化に導入しようとする新概念が原島らによって提案され知的画像符号化⁽²⁾⁽³⁾として知られるようになった。

文 献

D-13 画像符号化

- (1) 1989 年度 電子情報通信学会 業績賞 富永英義「磁気記録と画像通信における符号化方式の研究」

D-14 知的画像符号化

- (2) 1989 年度 電子情報通信学会 論文賞 相澤清晴, 原島博, 斎藤隆弘「構造モデルを用いた画像の分析合成符号化方式」
 (3) 1991 年度 電子情報通信学会 業績賞 原島博, 相澤清晴, 森島繁生「知的画像符号化の提唱とその先駆的研究」

画像映像処理

電話の音声信号やテレビ信号の圧縮符号化伝送に加えて、画像や映像から情報を抽出する技術開発も当学会で一部行われている。高橋らは1979年にLANDSAT画像を受信し高速でひずみやノイズを除去するシステム⁽¹⁾を開発して衛星画像データを蓄積できるようにした。榎本は画像の幾何学的特徴抽出を微分幾何学的立場から統一に行い、特徴抽出の考え方を確立させただけでなく、画像の符号化に関しても傾斜変換や多段階DPCM等の技術⁽²⁾を開発した。安田はアナログファクシミリの符号化方式や擬似濃淡表示方式などを提案するとともに、画像の伝送、蓄積、表示を全て統一的に扱う階層的符号化方式⁽³⁾を世界に先駆けて提案した。吹抜はテレビ

信号を3次元領域で表現する方法を考案し、信号処理の基礎的アルゴリズムを体系化⁽⁴⁾した。高木はデジタル画像処理の基礎的研究⁽⁵⁾を進め、医学、地球環境、産業応用を推進した。山下らは劣化した画像に対する最適復元フィルタを画像空間の位相に基づいて設計する方法⁽⁶⁾を提案した。酒井はネットワーク上で画像情報を扱う方式として、画像を用いた複数地点での共同作業を行うシステム、現在のQoSの先駆的な研究、画像情報をWWWで検索する方式の研究⁽⁷⁾を進めた。

LANDSAT: Land Satellite

DPCM: Differential Pulse Code Modulation

文 献

- (1) 1979 年度 電子通信学会 業績賞 高橋正展, 長谷川幸雄, 井原廣一「地球観測画像情報の実時間処理システムの開発と実用化」
 (2) 1981 年度 電子通信学会 業績賞 榎本肇「画像処理の基礎的研究」
 (3) 1986 年度 電子通信学会 業績賞 小林記念特別賞 安田靖彦「画像通信における信号処理に関する研究」
 (4) 1989 年度 電子情報通信学会 業績賞 吹抜敬彦「TV信号の多次元処理とその応用に関する研究」
 (5) 1991 年度 電子情報通信学会 業績賞 高木幹雄「デジタル画像処理に関する研究」
 (6) 1992 年度 電子情報通信学会 論文賞 山下幸彦, 小川英光「画像空間の位相と最適画像復元フィルタ」
 (7) 2000 年度 電子情報通信学会 業績賞 酒井善則「画像情報の伝達とネットワーク化に関する先駆的研究」

3次元データ

立体視

3D デジタルアーカイブ

人間は三次元世界を両眼で画像としてとらえ脳で3次元世界を再構成している。人間の視覚の原理を応用して立体視を行おうという研究が進められている。立体視には複数枚の画像を提示する方式（両眼立体視）と空間的に3次元を再構成する方式（ホログラフィ等）がある。両眼立体視では、眼鏡をかける方式と裸眼で行う方式があり、眼鏡をかければ多くの人が同時に見えるが、裸眼で行う場合は見る位置が限られることが多い。裸眼で立体視を行う方法として、大塚等は人間の知覚メカニズム

を利用して奥行情報に基づいて明暗比率を変化させた画像を重畳する DFD 方式⁽¹⁾を提案した。一方、3次元データを現実世界から獲得しようとする研究はコンピュータビジョンの分野で精力的に進められている。この分野の技術を文化財のアーカイブに用いて大規模な遺跡を計測、再現しようとする研究⁽²⁾が池内らによって進められた。技術と文化が融合した領域の研究として意義深い。

DFD: Depth-fused 3-D

文 献

D-16 立体視

- (1) 2002 年度 電子情報通信学会 業績賞 大塚作一、陶山史朗、高田英明「立体視の新たな原理の発見に基づく 3D 映像装置の研究開発」

D-17 3D デジタルアーカイブ

- (2) 2012 年度 電子情報通信学会 業績賞 池内克史「3次元デジタルアーカイビング技術の研究開発と海外コンテンツへの応用展開に対する貢献」

パターン認識

パターン認識

文字認識システム

パターン認識は、センサから得られた文字、画像、音声などの情報を、人間にとっての基本単位である言語で表現できる体系へ変換する処理で、情報の本質に挑戦する分野である。計算機の黎明時代から、これらの情報を処理しようとする研究が日本でも立ち上がり、1971年に通産省工業技術院が国家プロジェクト「パターン情報処理システム」を開始してパターン認識の研究を推進した。その原理は、信号から特徴を抽出し、それを識別して、意味のあるシンボルに変換するというもので、この原理を学問的に提唱した⁽¹⁾のが飯島である。パターン認識の中で、文字認識の問題は定義がはっきりとしてお

り、対象も2値画像でデータ量も少なかったので早くから実用化を目指して研究が進んできた。渡辺らはパターン認識の問題としてパターンの重ね合わせと構造解析を組み合わせた手法⁽²⁾を提案し、文字認識や音声認識システムを構築し実用化を進めた。佐藤は参照パターンを効率よく学習する方法として一般化学習ベクトル量子化⁽³⁾を提案し、多種類の文字パターンを効率よく学習し、文字認識の適用範囲を大きく広げた。この技術は文字だけでなく、顔認証にも応用され実用化された。木村らは、文字単体の認識ではなく文書を認識する技術⁽⁴⁾を開発した点で注目される。

文 献

D-18 パターン認識

- (1) 1976 年度 電子通信学会 業績賞 飯島泰蔵「パターン認識に関する研究」
 (2) 1988 年度 電子情報通信学会 業績賞 渡辺貞一、坂井邦夫「文字・音声認識の研究開発と実用化」
 (3) 2012 年度 電子情報通信学会 業績賞 佐藤敦「一般化学習ベクトル量子化によるパターン学習方式の開発と実用化」

D-19 文字認識システム

- (4) 1991 年度 電子情報通信学会 業績賞 木村正行、阿曾弘具「高速高精度知的文字確認システムの開発」

自然言語処理

機械翻訳

日本語入力

文書処理における HI

言語サービス基盤

自然言語処理は学術的には言語の意味を計算機に理解させようとする分野であるが、その応用分野としてさまざまな形で進展している。自然言語処理で最も重要な応用は機械翻訳である。言語の意味を理解してその内容を他の言語として表現する研究は長尾が先駆的に進め、後に世界各地で研究開発が行われたアナロジーによる機械翻訳方式⁽¹⁾を提案した。日本語入力に関してはキーボー

ドの配置を人間工学的に考えた森田らの研究⁽²⁾、日本語処理に関して、入出力も含めた統合的な基盤を作った下村らの研究⁽³⁾、文書を一般ユーザに扱いやすくするという視点で文書の構造とフォーマットを考えた土井の研究⁽⁴⁾、ネットワーク時代に世界の言語資源を共有し、様々な言語の翻訳サービス基盤を実現した石田らの研究⁽⁵⁾が注目に値する。

文 献

D-20 機械翻訳

- (1) 1985 年度 電子通信学会 業績賞 小林記念特別賞 長尾真「機械翻訳に関する基礎的研究」

D-21 日本語入力

- (2) 1988 年度 電子情報通信学会 論文賞 森田正典「日本文入力方式と鍵盤方式の最適化」
 (3) 1989 年度 電子情報通信学会 業績賞 下村尚久、栗原基「日本語入出力の研究とその応用システムの開発」

D-22 文書処理における HI

- (4) 2004 年度 電子情報通信学会 業績賞 土井美和子「文書処理におけるヒューマンインタフェース技術の開発と実用化」

D-23 言語サービス基盤

- (5) 2012 年度 電子情報通信学会 業績賞 石田亨、村上陽平、林冬恵「インターネット上の多言語サービス基盤「言語グリッド」の研究開発」

データベース

データベースシステム

音・映像信号の高速検索技術

データベースにおいてはデータモデルが中心的な役割を果たす。1970年にリレーショナルデータモデルが現れて広く用いられるようになった。これに対抗する新しいデータモデルがオブジェクト指向データモデルである。西尾はその中でも最も有力な演繹オブジェクト指向データモデル⁽¹⁾を確立し、世界的な流れを作った。これに対して喜連川はリレーショナルデータベースの問い合わせ処理にハッシュに基づく様々な手法⁽²⁾を提案し、実

用化している。一方で、マルチメディアデータが大量に取得され流通するようになったことから、これらのデータの高速検索手法も実用的に高い価値を持つようになった。阿部らは警察用途に対応した画像特徴による検索システム⁽³⁾、村瀬らは音や映像の時系列データに対して特徴の代数的特徴を用いた高速検索法⁽⁴⁾を考案し、柏野らはデータの変動に強い検索法⁽⁵⁾を提案している。

文 献

D-24 データベースシステム

- (1) 2001年度 電子情報通信学会 業績賞 西尾章治郎「データベースシステムの新パラダイムの展開に関する先駆的研究」
 (2) 2009年度 電子情報通信学会 業績賞 喜連川優「高性能データベース問合せ処理方式の開発」

D-25 音・映像信号の高速検索技術

- (3) 1992年度 電子情報通信学会 業績賞 阿部正良、中村良英、都甲洋史「画像情報検索システムの実用化」
 (4) 2001年度 電子情報通信学会 業績賞 村瀬洋、柏野邦夫、黒住隆行「音・映像信号の高速探索技術に関する先駆的研究」
 (5) 2016年度 電子情報通信学会 業績賞 柏野邦夫、永野秀尚、黒住隆行「音や映像の変化に対する高度な耐性を備えた高速メディア検索研究の研究」

生体情報による個人認証

指紋認証

静脈認証

生体情報は、個人の生体的な特徴を表すので究極の個人認証手段として早くから注目されてきた。この分野で最初に実用化されたのが指紋による個人識別である。犯罪捜査などに実用的に使われるシステムの開発では1980年頃に開発された伊藤らの研究⁽¹⁾が世界の先頭を走っていた。その後、様々な生体情報が研究されてきた

が、手軽に利用できるものとして注目を集めたのが静脈認証である。三浦らは、近赤外光を利用して指の静脈を接触型でイメージングする手法とそのデータに基づいて個人識別する手法⁽²⁾を開発した。この技術はその後発展して、青木らによる非接触の手のひら認証⁽³⁾、塩原らによる金融機関向け静脈認証⁽⁴⁾⁽⁵⁾へと続いている。

文 献

D-26 指紋認証

- (1) 1982年度 電子通信学会 業績賞 伊藤達磨、河嶋操、木地和夫「指紋自動識別方式の実用化」

D-27 静脈認証

- (2) 2007年度 電子情報通信学会 業績賞 三浦直人、長坂晃朗、宮武孝文「指静脈認証技術の実用化」
 (3) 2011年度 電子情報通信学会 業績賞 青木隆浩、福田充昭、江口真一「動く手からも認証可能な、非接触手のひら静脈認証技術の世界初の実用化」
 (4) 2011年度 文部科学省 文部科学大臣表彰科学技術賞（開発部門） 塩原守人「金融機関向け手のひら静脈認証技術の開発」
 (5) <http://www.fujitsu.com/jp/group/labs/resources/awards/>

生体情報処理

生体の機能を解明しそれを工学的に応用しようとする生体情報処理の起源はウィナーのサイバネティックスであるが、1960年にアメリカで開催されたバイオニクスシンポジウムから本格化した。ほぼ同じ時期に、NHKでは樋渡らを中心とする研究チームが、視聴覚を中心と

したモデル化⁽¹⁾を進めた。その後、脳研究の発展とともに、川人らの視覚大脳皮質の計算理論⁽²⁾や微小重力下でのコイの脳波解析⁽³⁾など世界的に注目される研究が推進された。生体からの知見に基づいた色弱者に向けての色補正方法⁽⁴⁾も興味深い研究である。

文 献

- (1) 1973 年度 電子通信学会 業績賞 樋渡涓二「視聴覚を中心とする生体情報処理に関する研究」
- (2) 1990 年度 電子情報通信学会 論文賞 川人光男、乾俊郎「視覚大脳皮質の計算理論」
- (3) 1995 年度 電子情報通信学会 論文賞 臼井支朗、平田豊、萩原克幸、赤木一郎、戸田尚宏「微小重力環境下におけるコイ小脳脳波の解析」
- (4) 2011 年度 電子情報通信学会 論文賞 望月理香、中村竜也、趙晋輝「色弁別閾値を基準とした新しい色弱補正法の提案」

携帯端末でのプライバシー保護

スマートフォンではアプリケーションが勝手に通信するので、利用者のプライバシーが侵害される危険性が高い。竹森らは、アプリマーケットにおけるプライバシー審

査の実用化⁽¹⁾⁽²⁾、アプリ向けプライバシーポリシーの作成支援ツールの公開⁽³⁾、アプリ内広告向けプライバシー保護型⁽⁴⁾⁽⁵⁾IDの実用化等を提唱した。

文 献

- (1) 2013 年度 情報処理学会 喜安記念業績賞 竹森敬祐、磯原隆将、川端秀明「スマートフォン向けアプリケーションにおけるプライバシー保護の取り組み」
- (2) 竹森敬祐、磯原隆将、窪田歩、高野智秋、「Android 携帯電話上での情報漏洩検知、」電子情報通信学会 SCIS シンポジウム、福岡県北九州市、Jan. 2011.
- (3) 2011 年度 情報処理学会 CSS シンポジウム 優秀論文賞 川端秀明、磯原隆将、竹森敬祐、窪田歩、可児潤也、上松晴信、西垣正勝「Android OS における機能や情報へのアクセス制御機構の提案」
- (4) 2012 年度 情報処理学会 DICOMO2012 シンポジウム 優秀論文賞 川端秀明、磯原隆将、竹森敬祐、窪田歩、可児潤也、上松晴信、西垣正勝「スマートフォン向けアプリケーションのモジュール権限と開発者責任を明確化するフレームワーク」
- (5) 磯原隆将、川端秀明、竹森敬祐、窪田歩、「XML を用いたモバイルアプリのプライバシーポリシーの運用、」電子情報通信学会 SCIS シンポジウム、京都府京都市、Jan. 2013.

パラメトロン計算機

1954年、東京大学理学部高橋秀俊研究室の後藤英一は、フェライトコアによるパラメータ励起発振現象を応用した論理素子を発明し、これをパラメトロンと名づけ、同年7月に発表した。パラメトロンは、真空管と比較して低コストで安定動作するため、これを基本素子とするコンピュータが数多く開発され、商用となった。

東京大学と日本電子測器の共同開発によって、パラメトロン計算機 PD 1516 が1956年10月に作られた。電電公社では、喜安善市の指揮のもと、室賀三郎らの設計によって1957年3月に MUSASHINO-1 が完成した。これが実用化されたパラメトロン計算機の第1号であ

る。MUSASHINO-1 と同じ論理構成の後継機 MUSASHINO-1B は、FACOM 201（富士通）として製品化された。また、後藤英一らは、1958年に東大理学部で PC-1 を試作した。PC-1 の後継機である大型パラメトロン計算機 PC-2 は、富士通で製作され、FACOM 202 の名称で販売された。その他、日立製作所の HIPAC MK-1, 101, 103, 日本電気の NEA-1101, 1102, 1103, 1201, 沖電気の OPC-1, 富士通の FACOM 200, 202, 三菱電機 MELCOM 3409, 光電製作所 KODIC-401, 402 などが製作・販売された。

文 献

- (1) 長森亨三, 吉沢聖一, 石立喬, “パラメトロン計算機 NEAC-1101 について,” 電気通信学会電子計算機研究専門委員会, 1958年11月.
- (2) 桂重俊, 小野寺大, 野口正一, 猪苗代盛, 本多波雄, 大泉充郎, 渡部和, 石井善昭, 遠藤良明, 出川雄二郎, “SENAC-1 (NEAC-1102) の概要及び命令構成,” 電気通信学会電子計算機研究専門委員会, 1959年5月.

【コンピュータ博物館】

- パラメトロン <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0007.html>
- 東大 PC-1 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0016.html>
- 東大 PC-2 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0035.html>
- 日本電子機器 PD1516 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0051.html>
- 電電公社 MUSASHINO-1, 1B <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0013.html>
- 日立製作所 HIPAC MK-1 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0015.html>
- 日立製作所 HIPAC 101 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0019.html>
- 日立製作所 HIPAC-103 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0041.html>
- 日本電気 NEAC-1101 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0017.html>
- 日本電気 SENAC-1 (NEAC-1102) <http://museum.ipsj.or.jp/heritage/senac-1.html>
- 日本電気 NEAC-1201 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0040.html>
- 沖電気 OPC-1 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0023.html>
- 富士通 FAACOM200,201,202,212 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0062.html>

黎明期のコンピュータからメインフレームへ

黎明期のコンピュータ（電子式プログラム実行型計算機）を作ったデバイスは、真空管、パラメトロン、トランジスタである。ここでは、このうち、真空管およびトランジスタによるコンピュータについて述べる。パラメトロン計算機については、前項「パラメトロン計算機」参照。

1951年、東大の山下英男を中心とするグループは、東芝との共同で真空管式計算機 TAC の開発を開始した。東芝は1956年に撤退し、同機は東大の研究者や大学院生によって1959年に完成する。富士写真フイルムの岡崎文次らは、これより前の1956年3月にFUJICを完成させている。FUJICは真空管1,700本、メモリには超音波水銀遅延線を用い255語の容量があった。

1956年、電気試験所（現在の産業技術産業研究所）は、ETL Mark IIIを完成させた。同機はトランジスタ型計算機として世界初に稼働したと言われ、点接触型トランジスタ約130本、ゲルマニウムダイオード約1,800本、超音波遅延素子による128語の記憶装置などから成る。続いて同所は、ETL Mark VIを1957年に開発し、

同機はNEAC-2201、HITAC 301に引き継がれた。

1960年代からは、汎用計算機の主流は大型のトランジスタ計算機となり、素子もIC、LSI、VLSIと大規模集積化が進んだ。1972年までの各社の中軸機・メインフレーム機を以下に記しておく。

・日本電気 NEAC-2201 (1958), 2203 (1959), 2206 (1962), NEAC シリーズ 2200 (1965)

・日立 HITAC 301 (1959), 201 (1961), 4010 (1963), 2010 (1964), 5200 (1964), 8700 (1970)

・富士通 FACOM 22 (1961), 231 (1963), 230-30 (1964), 270 (1965), 230-60 (1968), 230-75 (1970)

・電電公社、日本電気、日立、富士通 DIPS-1 (1971)

このうち、FACOM 230-60とDIPS-1が電子情報通信学会の業績賞の対象となっている。FACOM-230-60は、モノリシックICの全面的採用、マルチプロセッサ(2CPU)、ハードウェアDIAC(診断装置)搭載など、DIPS-1は、マルチプロセッサ(4CPU)、ページング、NMOS-ICの採用などの特徴があった。

文献

- (1) 1969年度 電子通信学会 業績賞 池田敏雄「純国産超大型電算機システム FACOM 230-60の開発」
- (2) 1974年度 電子通信学会 業績賞 関口良雅、岸上利秋、戸田巖「DIPS-1システムの実用化」

【コンピュータ博物館】

- 黎明期のコンピュータ <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/index.html>
- 【東京大学】TAC <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0021.html>
- 【富士写真フイルム】FUJIC <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0010.html>
- 【電気試験所】ETL Mark III トランジスタ式計算機 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/dawn/0011.html>
- 【富士通】FACOM 230-60 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/main/0016.html>
- 【NTT】DIPS-1 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/main/0020.html>

マイコントレーニングキット TK80

日本電気は、1976年8月、マイクロコンピュータのトレーニングキットであるTK80を発売した。同キットは、インテル8080互換プロセッサ μ PD8080A、16進キーボード、赤色LEDによる16進数8桁の表示機能を搭載した1ボードマイコンであり、機械語プログラミングとその実行を行うことができた。翌年には、機能拡

張ボードが発売され、これを用いてBASICと家庭用テレビを接続して使えるようになった。

TK-80はヒット商品となり、その後のマイコン少年を育てることとなる。同社は1979年5月に、パーソナルコンピュータPC-8801を発売することとなる。

文献

【コンピュータ博物館】

- TK-80
<http://museum.ipsj.or.jp/computer/personal/0002.html>
<http://museum.ipsj.or.jp/heritage/TK-80.html>

Intel4004 とその後継プロセッサ

嶋正利は、ビジコン社の社員であった時代に、世界初の商用汎用マイクロプロセッサである Intel4004 をインテル社とともに設計・開発した。同プロセッサは、pMOS10 ミクロンプロセスを使って、トランジスタ数約 2,300、ダイの大きさ $3 \times 4\text{mm}$ 、16 ピンのパッケージ

ジに実装された。4 ビットを処理単位としており、多倍長計算をソフトウェアで行って必要な情報処理を実現した。インテル社の x86 の元祖となる製品であり、嶋は、その後も、8080、Z80 などの開発に携わった。

文 献

- (1) 嶋正利, “マイクロコンピュータの誕生—わが青春の 4004,” 岩波書店.
 [コンピュータ博物館]
 ○パイオニア 嶋正利 <http://museum.ipsj.or.jp/pioneer/shima.html>

スーパーコンピュータの研究開発

スーパーコンピュータとは、数値計算用の超高速計算機のことである。スーパーコンピュータは、配列データをパイプライン処理するベクタ型とマルチプロセッサによる並列型に分類される。

我が国では、メインフレーム（汎用大型）コンピュータにベクトル処理機構を組み込む形でスーパーコンピュータの開発・商用化が始まった。1977 年に富士通が FACOM230-75APU, 1978 年に日立が HITAC M-180AP, 1979 年に同社が M-200H IAP, 三菱電機が MELCOM COSMO 700 III IAP, 1982 年には日立が M-280-H IAP, NEC が ACOS-100 IAP, を開発した。以後、富士通は VP シリーズ, 日立は S-810 シリーズ, NEC は SX シリーズを製作し、世界のスーパーコンピュータ市場に本格参入することとなる。パイプライン型は、1980 年代末から 90 年代にかけては、共有メモリ型マルチプロセッサとして進化していく。航空宇宙技術研究所が富士通と共同で開発した数値風洞（NWT :

Numerical Wind Tunnel）（富士通 VPP500）、日立 S-3800、理化学研究所が NEC と共同で開発した地球シミュレータ（NEC SX-4, のち SX-5）がこれである。

並列型は、我が国では、1990 年代から商用化された。富士通 AP1000（1992 年）、AP3000（1996）、日立 SR-2001（1994）、SR2201（1995）（筑波大学と共同開発した CP-PACS の商用化。疑似ベクタパイプラインが組み込まれている）、SR8000, NEC Cenju-2（1994）、Cenju-3（1994）、Cenju-4（1997）などがこれである。

2006 年から文科省「次世代スーパーコンピュータプロジェクト」によって開発されたのが、「京」コンピュータである。「京」は超並列型を採用しており、2011 年に LINPACK の実行性能で世界 1 位を獲得した。

木村耕行、鳥居淳、齊藤元章は、ベンチャー会社 PEZY を興し、低消費電力・超並列プロセッサチップを開発して、世界トップクラスの電力効率を誇るスーパーコンピュータ PEZT-SC（2014）を作ること成功した。

文 献

- (1) 2013 年度 電子情報通信学会 業績賞 庄司文由、草野義博、横川三津夫「スーパーコンピュータ「京」の研究開発」
 (2) 1989 年 科学技術庁 科学技術庁長官賞（科学技術功労者）三好甫
 (3) 2003 年度 情報処理学会 業績賞 佐藤哲也、北脇重宗、横川三津夫、平野哲、松本寛「大規模並列ベクトル計算機・地球シミュレータの開発」
 (4) 2016 年度 電子情報通信学会 業績賞 木村耕行、鳥居淳、齊藤元章「エネルギー効率の優れた独自スーパーコンピュータの開発」
 (5) 2017 年度 文部科学省 文部科学大臣表彰科学技術賞 安島雄一郎、井上智宏、平本新哉「超並列計算機のためのプロセッサの高度元接続技術の開発」

[コンピュータ博物館]

- スーパーコンピュータ <http://museum.ipsj.or.jp/computer/super/>
 ○スーパーコンピュータ 誕生と発展の歴史 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/super/history.html>

天文学のための 専用スーパーコンピュータ GRAPE

1980年代に国立天文台の近田義弘は、パイプライン方式による多体問題計ソルバを提唱し、このアイデアによるデジタル分光計を開発した。このアイデアを引き継ぐ形で、東京大学の杉本大一郎のグループは、1980年代末より重力多体問題専用機 GRAPE を継続的に開発している。GRAPE-1 (1989), GRAPE-2 (1990), GRAPE-3 (1991), HARP-1 (1993),

GRAPE-4 (1995), GRAPE-5 (1998), GRAPE-6 (2002), GRAPE-7 (2006), GRAPE-DR (2006) などがこれである。このうち、GRAPE-4, GRAPE-5, GRAPE-6 がゴードン・ベル賞を受賞している。また、多体問題として分子動力学に特化した MD-GRAPE システムの開発も進められた。

GRAPE: Gravity Pipe

文献

- (1) Y. Chikada, et al., "A 6 x 320-MHz 1024-channel FFT cross-spectrum analyzer for radio astronomy", IEEE Proceedings, vol. 75, 1203-1210, 1987.
- (2) D. Sugimoto, Y. Chikada, et al., "A special-purpose computer for gravitational many-body problems", Nature, vol. 345, p. 33, 1990.
- (3) 近田義弘, "天体観測用の信号解析スーパープロセッサ," 科学 vol. 54, no. 10, 619-628, 1984.

【コンピュータ博物館】

- 【東京大学】重力計算専用機 GRAPE <http://museum.ipsj.or.jp/computer/other/0018.html>

【GRAPE 開発の歴史】

- 牧野淳一郎, "スパコン開発からサイエンスまでー GRAPE プロジェクトの経験から" <http://jun.artcompsci.org/talks/komaba20121025.pdf>

【ゴードン・ベル賞】

- ACM Gordon Bell Prize <http://awards.acm.org/bell/>

ELIS/TAO

ELIS は電電公社で日比野靖らが研究開発した LISP マシンである。1978 年に研究に着手し、1985 年に実用化、1986 年には AI ワークステーションとして発表、1987 年に ELIS-8100 として発売された。ELIS は、LISP 処理に適したリスト処理機能、タグ処理機能、文字処理機能などが搭載されている他、VLSI 化向けにメモリ汎用レジスタ MGR を導入しているなどの特徴がある。

ELIS と同時に、コンピュータ言語 TAO が開発された。TAO は、関数型 (LISP)、論理型、オブジェクト指向型の 3 つのプログラミングパラダイムを S 式構文の上で融合的に扱う言語であり、竹内郁雄らによって処理系が作られ、1983 年 9 月に ELIS 上で稼働した。

ELIS シリーズは、商用機が約 400 台製造された。

ELIS: Ecl LISt processor

LISP: LISt Processor

文献

- (1) 日比野靖 "通研 ELIS" 情報処理, vol. 43, no.2, pp. 118-120, Feb. 2002.
- (2) 竹内郁雄, マルチパラダイム言語 TAO <http://www.nue/tao/bitao/>

【コンピュータ博物館】

- 【電電公社】通研 ELIS <http://museum.ipsj.or.jp/computer/other/0004.html>

信号処理・画像処理プロセッサ

日本電気の西谷隆夫らは、1980年に、デジタル信号処理用プロセッサ（DSP） μ PD7720を開発した。同プロセッサは、16ビット固定小数点方式であり、ハーバードアーキテクチャを採用し、水平型マイクロプログラムを用いて高速の積和計算を行うものであった。

1990年代には、音声だけでなく画像・動画の高速実時間処理が課題となってきた。日本電気の榎本忠儀、山田八郎らは、高速積和演算・高速浮動小数点演算回路などを実装したBiCMOS LSIの開発に成功した。これによって、ビデオ信号のリアルタイム符号化・復号処理が可能となった。また、東芝の斎藤光男らは、3次元の動画を高速処理するプロセッサであるEmotion Engineの

開発に成功した。同プロセッサは、128ビットバスの採用、浮動小数点演算ベクトルユニット2個の搭載、合計10個の積和演算部と4個の除算・開平計算器の搭載などの特徴を持つ。Emotion Engineは、SONYのゲーム機PlayStation 2に搭載されたが、同機は累積販売台数で1億5,000万台を超えた大ヒット商品となった。

2000年代に入ってから、デジタルハイビジョン放送開始などあって、さらなる高速動画処理が求められてきている。NTTの長沼次郎らは、1チップ上でMPEG-2準拠のHDTV映像のエンコード処理とデコード処理を行う技術を開発し、これをVASAと名づけて商品化した。

文 献

- (1) 西谷隆夫, “DSPの誕生とその発展 (前編),” 信学FR誌, vol. 1, no. 4, pp. 17-29, Apr. 2008.
- (2) 西谷隆夫, “DSPの誕生とその発展 (後編),” 信学FR誌, vol. 2, no. 1, pp. 9-21, Jul. 2008.
- (3) 1995年度 電子情報通信学会 業績賞 榎本忠儀, 山田八郎「マルチメディアに向けた動画像プロセッサLSIの研究・開発」
- (4) 2000年度 電子情報通信学会 業績賞 齋藤光男, 田胡治之, 廣井聡幸「リアルタイム3次元グラフィックス用プロセッサLSIの開発」
- (5) 齋藤光男, “[プレイステーション2]用プロセッサ「Emotion Engine」,” 信学FR誌, no. 20, pp. 328-333, Spring, 2012.
- (6) 長沼次郎, 岩崎裕江, 池田充郎, 他, “1チップMPEG-2 HDTV CODEC LSI (VASA) とその応用システム,” 信学技報 vol. 104 (288), pp. 41-46, Sep. 2004.

局所並列画像処理装置

東芝の木戸出正継らは、「局所並列型画像処理装置」を開発し、この技術はTOSPIXとして商用化された。装置の特徴は、入力画像から局所マスクを使って画像の

一部を切り出し、並列演算を高速に実行する点、マイクロプログラムを用いて柔軟な画像演算・高速転送を実現した点などにある。

文 献

- (1) 1993年度 電子情報通信学会 業績賞 木戸出正継, 麻田治男, 篠田英範「局所並列型画像処理装置の開発と実用化」

NEC の CAD マシンは、渡辺和が 1953 年に入社後、高性能濾波器設計を担当したことに端を発する。その設計精密化のため新しい回路網理論、設計理論を打ち立て、実際の設計のために電動機駆動歯車式計算器で膨大な数値計算を実行した。この過程で自動計算機（コンピュータ）の基本構造を着想し独力でその開発研究を開始し、東北大学に SENAC-1 として納入した。渡辺はこの功績で日本人初の IEEE キルヒホッフ賞を受賞した。

その後、小池誠彦らが、論理シミュレーション専用マ

シン HAL (Hardware Logic Simulator) を 1980 年代に開発した。HAL は 3 世代作られ、3 世代目では論理回路レベルではなく、機能レベルシミュレーションを実行するものとして NEC のスーパーコンピュータなどの開発に貢献した。

また、1985 年頃からは回路シミュレーションの高速化の必要が唱えられ、中田登志之らによる、回路シミュレーション用並列計算機 Cenju が開発された。

このマシンはより汎用化され、Cenju-3 から並列計算機として市販されることになった。

文 献

- (1) 小池誠彦, 大森健児, 佐々木徹, 野水宣良, “HAL : 論理シミュレーションマシンの評価,” 情報処理, vol. 26, No. 11, pp. 1331-1341, 1985.
- (2) 中田登志之, 田辺記生, 梶原信樹, 松下智, 小野塚裕美, 浅野由裕, 小池誠彦, “並列回路シミュレーションマシン Cenju,” 情報処理, vol. 31, no. 5, 1990.
- (3) HAL : 論理シミュレーションマシンの評価 <http://dbnst.nii.ac.jp/pro/detail/719>

【コンピュータ博物館】

- 渡部和 <http://museum.ipsj.or.jp/pioneer/watanabe.html>
- SENAC-1 <http://museum.ipsj.or.jp/heritage/senac-1.html>
- 【日本電気】Cenju-3 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/super/0022.html>

警察情報システム

猪瀬博，岡本博之，宮野嘉文は，警視庁交通管制センターの基礎的研究を行い，多くの研究課題を克服して1974年3月の同センター完成に多大の貢献をした。同センターは，全日稼働・多数の屋外装置という厳しい条件のもとで高い信頼性を要求される。このための高信頼化に加え，交通流の精密な計測，交通信号機の最適な制御，マンマシンインタフェースの向上などが課題であり，新機軸を打ち立ててこれらを解決した。当時，同センターは約3,000の交通信号機の制御および約2,000の車両感知器からの情報の処理などを行う7組の電子計算機，交通状況表示盤，管制卓などを装備する世界最大規模のものであった。

羽田尚，萩原宗夫，森岡雅博は，警視庁通信指令システムの実用化に関する研究開発を行った。同システムは，110番通報の受理内容を，画像情報の形で各種指令台に効率よく分配転送することを基調としたものであり，パトカーの現在位置と動態情報の自動表示（AVM）システムや地図自動現示システムなどによって構成され，効率的な総合通信指令システムとして画期的なものであった。

菅谷弘，川田隆資，石井康一は，デジタル警察移動無線通信システムにあたっての技術開発を行い，1983年の同システム実用化に大きな貢献を果たした。技術的成果として，(1) LSIの採用による小形軽量化，(2) 音声コーデック回路の改善による高信頼化，(3) 非音声通

信の能率よい伝送，(4) 高度な秘話方式が挙げられる。

水谷孝也，山内才胤，木下協は，パトカー照会指令システムの開発にあたって，デジタル直接変調方式移動無線システムにおけるデータ伝送に伴う難題を，誤り訂正，連送，インタリーブなどの信号処理と通信手順を総合的に組み合わせて解決し，さらに車載端末装置の小型化・省電力化を実現し，同システムの実用化に大きく寄与した。このシステムは，1986年4月から首都圏の1都4県で運用されている。

田島昭幸，松田喜久男，中山清治は，走行中の自動車のナンバープレートの読み取り・照合・通報のため，車両の位置検出，最適画像の撮影，ナンバープレート抽出，文字認識といった技術を開発し，1986年の自動車ナンバー自動読取システムの実用化に貢献した。

舟橋信，大野英雄，大野宏は，全国の各警察機関が保有する多様な情報を円滑に交換するために，多数のパーソナルコンピュータ端末までを保護対象とするマルチベンダによる大規模な分散型情報通信ネットワークを実現した。このシステムの特徴は，各警察機関相互間の接続にオープンシステムを採用したが，各種ソフトのバージョン統一，ミドルウェアの開発採用などによりオープンシステムの抱える問題点をクリアしたものであり，1996年1月に整備され，以後運用された。

（以上の説明は，卓越研究データベース（<http://dbnst.nii.ac.jp/>）からの要約・抜粋である。）

文 献

- (1) 1975年度 電子通信学会 業績賞 猪瀬博，岡本博之，宮野嘉文「警視庁交通管制センターの完成」
- (2) 1981年度 電子通信学会 業績賞 羽田尚，萩原宗夫，森岡雅博「警視庁新通信指令システムの実用化」
- (3) 1984年度 電子通信学会 業績賞 菅谷弘，川田隆資，石井康一「デジタル警察移動無線通信システムの実用化」
- (4) 1986年度 電子通信学会 業績賞 水谷孝也，山内才胤，木下協「パトカー照会指令システムの実用化」
- (5) 1988年度 電子情報通信学会 業績賞 田島昭幸，松田喜久男，中山清治「自動車ナンバー自動読取システムの実用化」
- (6) 1996年度 電子情報通信学会 業績賞 舟橋信，大野英雄，大野宏「マルチベンダによる大規模情報通信ネットワークの開発とその実用化」

マルチアプリケーション IC カード向け 情報流通プラットフォーム

NTT の畠中優行らは、従来は目的別に持つ必要があった IC カードを 1 枚で多数のアプリケーションに対応できるようにした。これは、① IC カード自体のメモリを大容量化・低消費電力化し、複数種類の暗号を処理するための技術、②アプリケーションサーバと IC カー

ド間、サーバ・サーバ間のダウンロードや相互認証を安全・高速に行う技術などの実現によるものである。畠中らはさらに、カード提供者からサービス提供者を独立させた IC カード運用ビジネスモデルの提案も行った。

文 献

- (1) 2002 年度 電子情報通信学会 業績賞 畠中優行、山本修一郎、竹田忠雄「マルチアプリケーション IC カード向け情報流通プラットフォームの実用化」

新幹線情報通信システム

吉村寛、中村敏行、石原嘉夫は、東海道新幹線の通信システムの開発を行い、新幹線の運用に大きな貢献を果たした。東海道新幹線の通信システムを、400MHz 移動多重無線通信方式と、1.2/5.6mm 細心同軸複合ケーブル通信方式を基盤としている。特に列車無線が 8 回線の多重システムであり、約 60km のトンネルに対して弱電界対策を施し、全線にわたって選択個別呼出しならびに、通話の自動追跡を可能にし、安定なる通信回線を構成したことは世界においてもその例をみないものであった。また、大電力の交流電気運転に伴う誘導障害を軽減するため、アルミシース通信ケーブルを採用し、その技術を確立したことも特筆すべき事柄である。

坪内享嗣、沢田正方、藤木勝美は、輸送需要の波動に即応し、列車乱れの場合にも適時適切な輸送ができる新幹線運転管理システム（コムトラック）と、適時に情報提供を行い車両、軌道、電気の保守管理の効率化を図る新幹線情報管理システム（スミス）を開発し、実用化した。コムトラックは、各駅の進路設定を自動化するための制御系と輸送計画および列車が乱れたときの運転整理を行う情報処理系からなり、前者は制御用計算機 3 台に

よる常時 2 重系同期運転方式を後者は大型計算機 2 台による待機予備方式をとり高信頼度なマンマシンシステムを確立した。スミスは、車両基地、保守基地等から設備検査データや電気・軌道の試験車による測定データを中央の大型計算機に入力して、検修計画を各箇所へ伝達するために、データベース、インテリジェントターミナル等を使用して効率のよいシステムを構築した。

八木正夫、赤川馨、岸本利彦は、高信頼度・高品質な新幹線列車無線回線を提供すると共にデータ通信を行うために、漏洩同軸ケーブル（LCX）の新幹線沿線への全線布設と、上り線・下り線の LCX を相互にバックアップさせる新しい新幹線列車無線システム（LCX 方式）を開発し、これを 1983 年開業の東北・上越新幹線において実用化した。この結果、列車公衆電話の全国即時ダイヤル化が実現し、210km/h の高速走行時においても FSK 1,200bit/s の伝送速度で、ビット誤り率は設計値の 1×10^{-4} 以下に対して、 $1 \times 10^{-5} \sim 10^{-6}$ の実績値でデータ通信の運用が行えるようになった。

LCX: Leaky Coaxial cable

文 献

- (1) 1964 年度 電気通信学会 業績賞 吉村寛、中村敏行、石原嘉夫「東海道新幹線の通信システムの完成」
 (2) 1981 年度 電子通信学会 業績賞 坪内享嗣、沢田正方、藤木勝美「新幹線情報システムの開発と実用化」
 (3) 1983 年度 電子通信学会 業績賞 八木正夫、赤川馨、岸本利彦「データ通信可能な高信頼度列車無線システムの実用化」

国鉄旅客用システム

伊藤充江、大野豊、谷恭彦らは、1956 年ごろより座席予約業務への電子技術の導入の研究を行い、1960 年には座席予約装置 MARS-1 を完成、ただちに実用に供せられた。1961 年からは全国的な規模に拡張された MARS-101 システムの開発を行い、1964 年これを完成し、ついで MARS-102 を加えて国鉄座席予約システムを樹立した。MARS-1 は我が国における電子計算機の実時間対応の嚆矢であり、MARS-101 及び 102 はそのシステム規模、性能において我が国のオンラインリアルタイムの情報処理システムとしては最も先駆的なものであった。

続いて、小関雅則、林義郎、不破康博らは、新幹線博多開業に合わせ、世界最大規模の旅客総合販売システムを開発、実用化した。本システムは、一般旅客を対象に指定券を発売する指定券発売システム（MARS-105）、電電公社のプッシュホンからの指定券の申込みを直接受け付け予約する電話予約システム（MARS-150）及び観光旅客や団体旅客を対象に指定券を予約する団体予約システム（MARS-202）の 3 システムで構成され、それぞれ独自の技術が開発された。

（以上の説明は、卓越研究データベース（<http://dbnst.nii.ac.jp/>）からの要約・抜粋である。）

文 献

- (1) 1967 年度 電子通信学会 業績賞 伊藤充江、大野豊、谷恭彦「国鉄座席予約自動化システムの実用化」
- (2) 1976 年度 電子通信学会 業績賞 尾関雅則、林義郎、不破康博「国鉄旅客総合販売システムの開発および実用化」

〔コンピュータ博物館〕

○ MARS-1 <http://museum.ipsj.or.jp/heritage/mars-1.html>

○ MARS-101 および後継機

<http://museum.ipsj.or.jp/heritage/MARS-101.html>

<http://museum.ipsj.or.jp/computer/main/0006.html>

世界市場に対応可能な汎用紙幣識別装置

酒匂裕らは、還流型 ATM の実現とその海外普及のため、各国の異なる稼働環境（偽造紙幣や劣化紙幣などを含んだ多様な紙幣）にも適応できる汎用的な紙幣識別方式を開発し、それを実装した紙幣識別モジュールの量産化を実現した。本汎用紙幣識別方式は、可視光・赤外光センサ、磁気センサなど複数のセンサからの 2 次元情報を、機械学習手法により自動的に着目すべき特徴点を選択し統計的識別処理を行なうことのできる汎用的なアルゴリズムを内蔵するとともに、数々の紙幣を長期的に安定してハンドリングできるコンパクトな送り機構により実現したものである。特徴としては、偽造紙幣の高精度検出機能、紙幣の厚さ計測や破れ検出機能、経年劣化、

しみ、油汚れなどのある紙幣の検出機能（ユーロ規格 Article 6）、特定紙幣の追跡機能（Article 6）などである。

さらに、従来は 1 カ国あたり数カ月かかるアルゴリズム開発工数が識別アルゴリズムの汎用化と自動化により 1/10 に短縮可能となり、新規の偽造紙幣にも 3 日以内で対応可能となっている。これらの技術により、現在では、海外 30 カ国、200 金種以上に対応しており、日本国内市場はもちろん、中国市場においてもトップシェアを確立している。

（大河内記念技術賞の WWW ページ http://www.okochi.or.jp/hp/gyoseki55_6.html からの抜粋）

ATM: Automatic Teller Machine

文 献

- (1) T. Kagehiro, H. Nagayoshi and H. Sako, "A Hierarchical Classification Method for US Bank-Notes," IEICE Trans. Information and Systems, vol. E89-D, no. 7, pp. 2061-2067, Jul. 2006.
- (2) M. Koga, R. Mine, T. Yasue, H. Sako and H. Fujisawa, "A Robust Method for Recognition of Monetary Amount Printed by Checkwriter," IEICE Trans. Information and Systems, vol. J86-D-II, no. 6, pp. 836-845, Jun. 2003.
- (3) 2004 年度 日本機械学会 日本機械学会賞 吉田和司、野見山章、玉本淳一、野呂慎豪、加藤利一「世界市場対応還流式 ATM における多様紙幣取扱い技術の開発」
- (4) 2009 年度 大河内記念技術賞 酒匂裕、影広達彦、永吉洋登、吉田和司、長屋裕士「還流型 ATM 向け海外紙幣汎用識別方式の開発と実用化」
- (5) 2009 年 経済産業省 ものづくり日本大賞優秀賞 長屋裕士、柴田伸二、寺尾裕宣、小川源太、水野英治、上村敏朗、北野和彦、永吉洋登、吉田隆「還流型 ATM 向け海外紙幣汎用識別装置の開発」

NEC の小林宏治は、1977 年 10 月 10 日、米国アトランタ市で開催された「インテルコム'77」のキーノートスピーチ“Shaping a Communication Industry to Meet the Ever-changing Needs of Society”の結びで、通信、コンピュータ、テレビの融合した世界を作ることの重要性を説いた。これが、C&C (Computers and Communications) の基本コンセプトとして、発表された最初の

ものである。さらに、翌 1978 年 10 月 10 日、米国サンフランシスコ市で開催された「第 3 回日米コンピュータ会議」において、小林ははじめて C&C の用語を用い、「集積回路の発展を基盤として、コンピュータはシステム化により、通信はデジタル化により、互いに相寄り、やがて融合し、21 世紀に向かって発展する」ことを明瞭に主張した。

文 献

- (1) 武田行松, “追悼 小林宏治名誉員を偲んで—特に“C&C”コンセプトの提唱者としての—,” 信学誌, vol. 80, no.2, pp. 109, Feb. 1997.
- (2) http://www.nec.co.jp/profile/empower/history/1977_1.html

TRON は The Realtime Operating system Nucleus の略であり、東京大学の坂村健が提唱したコンセプトであり、1984 年 6 月に開始された産学連携プロジェクトの名称である。

TRON の目標とするシステムは、「超機能分散システム」(HFDS: Highly Functionally Distributed System) と呼ばれる大規模な協調型機能分散システムである。名

称よりその中心がオペレーティングシステムにあることが知られるが、構成要素として、ITRON (組み込みシステム用リアルタイム OS 仕様)、BTRON (PC 用 OS 仕様)、CTRON (通信制御・情報機器用 OS インターフェース仕様)、MTRON (OS 相互接続仕様)、TRON 用 VLSI アーキテクチャなどがあり、それぞれサブプロジェクトを設けて開発された。

文 献

- (1) 坂村健, “TRON を創る,” 共立出版, 1987.
- (2) 坂村健, “TRON DESIGN 1980-1999,” パーソナルメディア, 2003.

【コンピュータ博物館】

- 【東京大学との産学共同プロジェクト】TRON (The Realtime Operating system Nucleus) プロジェクト開始 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/os/ntt/0057.html>
- 【NTT】CTRON <http://museum.ipsj.or.jp/computer/os/ntt/0078.html>

第五世代コンピュータ

第五世代コンピュータは、1982年から11年かけて実施された通商産業省（現：経済産業省）のプロジェクトであり、狭義にはその最大の成果である並列推論マシンを指す。研究開発母体である新世代コンピュータ技術開発機構（ICOT）のもと、日立、富士通、日本電気、三菱電機、東芝、沖電気、松下電器、シャープの8社が参加した。

第五世代コンピュータの基本となる計算モデルは述語

論理であり、プログラム言語はPrologであった。プロジェクトは、並列論理型計算機PIM、並列論理型言語KL1、オペレーティングシステムPIMOSなどのシステムを製作・稼働させたほか、並列データベース管理システム、並列定理証明システム、遺伝子情報システム、法的推論システムなどのアプリケーションを構築・評価・検証した。

文献

- (1) 元岡達、喜連川優，“第5世代コンピュータ,” 岩波書店, Oct. 1984.
- (2) 淵一博、広瀬健，“第五世代コンピュータの計画,” 海鳴社, June. 1984.

【コンピュータ博物館】

- 【通産省】知識情報処理指向の第五世代コンピュータプロジェクト開始 <http://museum.ipsj.or.jp/computer/other/0002.html>

ファミリーコンピュータ

任天堂は、1983年7月15日に家庭用ゲーム機ファミリーコンピュータを発売した。同機は、低価格・高性能・ソフトの充実の3点でそれまでの家庭用ゲーム機を凌駕するものであり、従来のゲームマニアだけでなく、一般家庭に広く浸透し、子供や若者の生活スタイルを変

えるまでの社会現象となった。ソフトの代表として、「スーパーマリオブラザーズ」があり、ゲーム機やソフトなどの業界だけでなく、攻略本やキャラクターグッズなどの大規模な市場を作り上げた。

文献

- (1) 高野雅靖，“ファミコン開発物語,” 日系エレクトロニクス, 1994年1月31日号～1995年9月11日号（全10回）

100th
100th Anniversary

輝かせたい
コミュニケーションの
夢・未来
IEICE 100周年

第 2 部

特別座談会

パネル討論会

「100 年の偉業を振り返り未来に繋ぐ」



一般社団法人電子情報通信学会特別座談会

100年の偉業を振り返り 未来に繋ぐ

主 催：一般社団法人電子情報通信学会

開催日時：2017年3月29日（水）13：30～16：30

会 場：機械振興会館 地下2階 ホール（東京都港区芝公園 3-5-8）

司 会

名誉員

辻井 重男

第73代会長（1996.5～1997.5）

中央大学研究開発機構 フェロー・機構教授

一般財団法人放送セキュリティセンター 理事長

登壇者（敬称略）

名誉員

安西祐一郎

独立行政法人日本学術振興会 理事長

元慶應義塾 塾長

名誉員

甘利 俊一

第80代会長（2003.5～2004.5）

独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター 特別顧問

東京大学 名誉教授

名誉員

岩崎 俊一

東北工業大学 理事長・名誉学長

東北大学 名誉教授

名誉員

末松 安晴

第69代会長（1992.5～1993.5）

元東京工業大学 学長

名誉員

長尾 真

第75代会長（1998.5～1999.5）

元京都大学 総長

元独立行政法人情報通信研究機構 理事長

名誉員

安田 靖彦

第76代会長（1999.5～2000.5）

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム 会長

東京大学 名誉教授，早稲田大学 名誉教授

佐藤 健一

第93代会長（2016.6～2017.6）

名古屋大学 教授

中沢 正隆

副会長（2015.6～2017.6）

東北大学 教授

江村 克己

企画戦略室長（2016.6～）

日本電気株式会社 取締役執行役員常務 兼 CTO

石川 悦子

調査理事（2016.6～）

富士通株式会社 シニアディレクター

名誉員、第73代会長（1996.5～1997.5）
中央大学研究開発機構 フェロー・機構教授
一般財団法人放送セキュリティセンター 理事長

辻井 重男

電子情報通信学会百周年記念 マイルストーン第1回 座談会 メモ

『100年の偉業を振り返り未来に繋ぐ』
2017-3-29

登壇者（敬称略）から寄せられた話題メモ I

- ・技術革新と研究者の意識のあり方
 - ・ 長期的視野の中で、死の谷を乗り越える
（岩崎、末松 岩崎等著 創造の源流）
 - ・ 勇気を持って一步を踏み出せ（安西著、心と脳）
 - ・ 先を見る自由な文化人たれ（甘利著、脳・心・人工知能）
 - ・ 新手法（関数解析的手法）の導入（大石）
- 研究評価のあり方
 - ・ 長期的視野（岩崎、末松）
 - ・ 研究評価法の提案（安田靖彦）
 - ・ 偉業リストの作成（石川理事）

登壇者から寄せられた話題（敬称略） II

- ・ 今後の研究・課題
 - ・ 人間中心の情報への舵きり（長尾）
 - ・ 分野を超える新しい構想（甘利）
 - ・ アーキテクチャー/概念が弱い（佐藤）
- ・ 人材育成
 - ・ 大学教育 狭い領域に集中（佐藤）
- ・ 学会の役割
 - ・ 侃侃ガクガク 俯瞰的議論の場 人材育成（江村）
 - ・ 査読のあり方・若い人がのびのび（甘利）
- ・ 学会運営・財政
 - ・ IEEEとの比較（中沢）

辻井のメモ

- ・ 研究評価
 - ・ 現在 超短期的
 - ・ 会計文化（切り分け文化）の支配（Over Compliance） 研究は融合文化
 - ・ 計画通り進んでいるか？ 道路工事ではない
 - ・ 日本人は概念提案は弱い？
 - ・ 井筒俊彦（思想） 榎本 肇（サービス工学）
- ・ 日本人同士の過小評価
 - ・ 明治維新の後遺症か？
 - ・ AI（甘利・福島）、ビッグデータ（喜連川）
 - ・ 境・笠原 ベアリング
- ・ 論文査読
 - ・ 減点主義→得点主義

研究分野の拡大

- ・ 研究分野の拡大
 - ・ 暗号通貨（ビットコイン）・ブロックチェーン→経済・社会変革
- ・ MELT-up (Management, Ethics, Law and Technology)
- ・ による 自由、安全・安心、プライバシー 三止揚
- ・ 環境、情報セキュリティ総合科学
- ・ RISTEX 人と情報のエコシステム：SLE
法令工学、デジタル・フォレンジック、...

女・高・外・ポストク・AIロボット：日本の活力向上へ向けて

- ・ 女性会員は何名？
- ・ 高齢者
 - ・ 総合化の動向 M→S→M→S
 - ・ 概念構築能力は70歳がピークという脳科学説も
- ・ ポストク 1万7千人

名誉員
独立行政法人日本学術振興会 理事長
元慶應義塾 塾長

安西祐一郎

Psychological Review
1979, Vol. 86, No. 2, 124-140



The Theory of Learning by Doing

Yuichiro Anzai and Herbert A. Simon
Carnegie-Mellon University

Keynote lecture, *The 1st IEEE International Workshop on Robot and Human Communication*, Tokyo, September, 1992.

Towards a New Paradigm of Human-Robot-Computer Interaction

Yuichiro Anzai
Department of Computer Science
Keio University

Keynote lecture, *The 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, New York, August, 2016.

Human-Robot Interaction by Information Sharing: What Were Gained for These 25 Years and Will Be Gained in the Future?

Yuichiro Anzai, Japan JSPS



電子情報通信学会特別座談会
2017.3.29 13:30-16:30
機械振興会館 東京



Modern work on skill acquisition began with a 1979 article by Y. Anzai and H. A. Simon at Carnegie-Mellon University (CMU). ...The hiatus in theorizing came to an end with a 1979 Psychological Review paper by Simon and Yuichiro Anzai. (From S. Ohlsson, *Deep Learning*, Cambridge University Press, 2011. pp.191.)

The earliest scientific meeting, which started in 1992 and continues annually, is the IEEE International Symposium on Robot & Human Communication (RoMan). (From M. A. Goodrich and A. C. Schultz, *Human-Robot Interaction: A Survey, Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 1(3), 203-275, 2007, pp.211)

電子情報通信学会と私

名誉員、第 80 代会長 (2003.5 ~ 2004.5)
独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター 特別顧問
東京大学 名誉教授

甘利 俊一

当学会は私が初めて加入した学会であり、かつ主要な活動を行った場である。50 年以上も前のことではあるが、当学会での活発な議論、度量の大きい態度、若手を育てる意気込みに感心した。私自身は数理工学の出身であったが、当学会こそが私を育ててくれたのである。

大学院を修了して、九州大学の通信工学科に着任した。回路網研究専門委員会が九州大学で開かれた折に、私は幹事校の特権を利用して、事前に発表の全論文を読み、多くの議論を行ったのを覚えている。この時代に、稲田賞や論文賞などをいただいて、学会とはこんなによいものかと感激した。

九州大学時代に脳の学習モデル、特に多層パーセプトロンに興味を持ち、それから延々と神経回路網の数理を数理脳科学として研究してきた。私のライフワークの一つであり、いま深層学習として世を風靡していることは大変に喜ばしい。もう一つのテーマは情報幾何学で、これもまた時代とともに育ち、来年 Springer 社から国際論文誌が定期刊行される予定になっている。どちらも当学会の主要テーマとは言えないかもしれないが、こんなテーマを掌中に取り込むのが当学会である。

若いころは、編集関係の委員を務めた。私が査読をした論文に対して、これはまだ不十分であると、若気の至りで報告すると、喜安善市編集長が「甘利君それは君の意見として別に発表してくればよい」、といなして論文を採択に持っていく様を見て、目から鱗の取れる思いをした。人を育てるといえるのはこういうことだと納得が

若き時代 九大時代:
回路網研究専門委員会、パターン認識とオートマトン研究専門委員会
学界の幅の広さ、度量の大きさ

研究の主題
数理脳科学— 神経回路網の数理 — 深層学習
情報幾何学— 統計から情報へ、信号処理や学習
国際会議: 学術誌

学会の役員として
論文委員、編集幹事
理事、会長

学会の今後: 若い人がのびのびと活躍できる度量の大きさ
分野を超える新しい構想の科学技術が生まれる

いったのである。私は若くて生意気だったのだ。

長じて、編集幹事を仰せつかり、さらに理事、副会長、会長を拝命するようになった。国際会議の組織委員長として活動することもあった。しかし、こうした面での私の活動は控えめであったと言わざるを得ない。大した貢献ができなかったことを恥じ入るばかりである。

早いもので、もう傘寿を超えたが、それでも研究には興味が尽きない。一生の趣味として、私の人生を支えてくれることと思う。それにしても私は電子情報通信学会に育てられたのであった。学問は大きく発展し、多様化し、その中から異なるものが結びつき、新しい科学技術が台頭してくる。当学会の度量の広さが今後もこうした発展の中核を形造るものと期待している。

磁気記録技術とビッグデータ時代

名誉員

東北工業大学 理事長・名誉学長

東北大学 名誉教授

岩崎 俊一

磁気記録技術は1898年のデンマークのポールセン（Poulsen）による発明以来の120年近い歴史を持つ。この間に記録技術は飛躍的な進歩を遂げてきたが、歴史的な発展を見ると、ほぼ40年毎に革新的な技術が発明されていることが分かる。当初の発明は銅線に録音する線状の記録方式であった。先行した蓄音機に対して書き換えの容易さ等で大きな注目を浴びたが、性能面から実用化は一部に留まった。次に、1935年頃にドイツで磁気テープを用いる面状の記録方式が発明された。記録が線から面になることで、録音品質は画期的な進歩を遂げた。これにより、録音だけでなくビデオ記録や情報記録などの新しい応用が広がった。

垂直磁気記録の発明は1977年であり、磁気テープの発明の約40年後となる。針形の磁極を用いた膜面垂直方向の記録は、言わば点状の記録方式と言え、記録を面から点へと大きく転換した。これにより、記録密度は飛躍的な進歩を遂げ、応用分野を広げただけでなく、大容量情報の蓄積によりIT社会を大きく発展させることとなった。

このような技術発展の歴史を私は技術革新の40年則としたが、半導体や通信など他の分野でも同様の法則を見ることができる。私はこれを、革新技術の普及と研究者の世代交代による普遍的な法則と考えている。垂直磁

気記録は提唱から実用化まで長い年月を要したが、歴史的な観点とその合理性から、革新技術に付きものの「死の谷」も確信を持って切り抜けることができた。

2005年に垂直磁気記録の実用化が始まり、ハードディスク装置（HDD）の記録容量を10倍以上にするパラダイムシフトがもたらされた。それまでの水平型から垂直型へという転換は瞬く間に行われ、2010年には年間5億台に達する工業生産品が全て垂直記録方式に置き換えられた。超小型で高精細な画像を大量に記録する性能を持つため、テレビ、コンピュータ、医療、放送、出版、教育、セキュリティなどさまざまな分野での新たな利用が始まっている。更に、大規模データの蓄積と活用が可能となったことで、クラウドコンピューティングやビッグデータなどを生み出し、新たな情報化社会を築きつつある。

私は今まで行ってきた磁気記録の研究で、極めて稀なことに、技術が社会を大きく変えるという体験をした。言わば、この研究は社会が必要としたものだったと思う。これは事の大小にかかわらず、科学・技術に携わる者には、どのように社会に貢献するのか、また、どのような社会を作るのか、すなわち、Quality of Societyの視点をしっかり持つべきだということを示すものと考えている。

大容量長距離光ファイバ通信用半導体レーザ (動的単一モードレーザ)の研究を振り返って

名誉員, 第 69 代会長 (1992.5 ~ 1993.5)
元東京工業大学 学長

末松 安晴

1960 年に Maiman らをはじめとするレーザの実現は光通信への夢を開き, 1963 年に筆者らは初の光ファイバ通信実験を公開し, 電気通信学会 (当時) では原島治委員長の下に量子エレクトロニクス研究会が発足した (1965 年)。さて, STL の Kao らは熔融石英による低損失光ファイバの可能性を示唆 (1966 年) し, 1970 年, Maurer らは低損失のシリカ光ファイバを実現し, 他方, 短波長帯 GaAlAs/GaAs レーザの連続動作がベル研の林らにより達成され (1 年前に Alferov らも) た。

筆者は, 大容量長距離光ファイバ通信の実現には, 動的単一モード (DSM) レーザと呼ぶ通信用の半導体レーザが必要なことを示唆した (1972 年)。DSM レーザとは, (1) 長距離通信用に光ファイバの最低損失波長帯で動作し, (2) 伝搬定数分散の悪影響を回避する安定な単一モード動作, そして (3) 複数の波長利用のために波長同調できる, という 3 機能を合わせ持つレーザの概念である。そして, まだ最低損失波長帯が漠然としか明かでなかったにもかかわらずレーザ実現の研究を始めた。その波長帯が $1.5\mu\text{m}$ 帯にあると NTT の宮, 照沼らにより明らかにされた 1979 年に, 同波長帯で働く長波長帯 GaInAsP/In レーザを実現した。この材料系をもとにして, 1981 年には念願の $1.5\mu\text{m}$ 帯 DSM レーザを実現した。これを契機に, 1982 ~ 83 年に KDD の秋葉らや NTT の池上らにより $1.5\mu\text{m}$ 長波長帯の光ファイバ通信実験が開始され, この流れが世界に広まった。

これと前後して, 1977 年には NTT の伊澤らは産業界と協力して光ファイバの連続製造 (VAD) 法を開発して, 光ファイバの低価格化に道をつけた。他方では Vinton, Cerf らがインターネットに TCP-IP プロコルを標準装備し国際化を促進した (1983 年)。さらに, 筆者

• 1960年 ルビーレーザ	Maiman; ヒューズ
• 1963年 初の光ファイバ通信実験公開	末松
• 1965年 電気通信学会 量子エレクトロニクス研究会	原島治委員長
• 1966年 低損失熔融石英光ファイバの可能性示唆	Charles Kao; STL
• 1970年 低損失光ファイバ	Maurer; コーニング,
• 1969-70 年短波長帯 $0.85\mu\text{m}$ 帯 GaAlAs/GaAs レーザ	Alferov; ヨッフエ, 林; BTL
• 1972年 大容量長距離用に動的単一モードレーザ示唆	末松
• 1977年 光ファイバ連続製造技術 (VAD 法)	伊澤; NTT
• 1979年 長波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯で極低損失光ファイバ実現	宮, 宮下; NTT
• 1981年 長波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯で動的単一モードレーザ実現	末松
• 1982-93 年 $1.5\mu\text{m}$ 帯大容量長距離光ファイバ通信実験	秋葉; KDD, 池上; NTT
• 1983年 インターネット TCP/IP プロコル標準装備	Cerf, Kahn
• 1987年 $1.5\mu\text{m}$ 帯陸上幹線光ファイバ通信	NTT
• 1991年 WWW	Berners-Lee; CERN
• 1992年 $1.5\mu\text{m}$ 帯太平洋横断光海底ケーブル	KDD-AT&T
• 2007年 スマートホーン	MAC
• 1980年比で伝送性能は一億倍	情報通信文明
• 世にないものをつくる 自発研究とその支援	評価は30年後に 1976年英文誌 楽観主義

大容量長距離光ファイバ通信用の半導体レーザ (動的単一モード (DSM) レーザ) の研究を振り返って

は古屋らと DSM レーザの進化型である, 位相シフト分布反射器レーザを実現した (1984 年)。これが現在, 長距離用の標準レーザとして世界で広く使われ, インターネットの発展を支えている。光回路・デバイスや変調方式, 波長多重, 光ファイバ増幅や多値変調など, 本会の会員が加わった多大な貢献により, 光ファイバの性能指数は当初に比べて約一億倍に増大し, 情報通信文明を招来した。

光ファイバ通信の開拓は研究段階から我が国が世界の最先端で行った戦後最初の技術分野と言われる。この世にないものの実現への挑戦, すなわち研究者の発意になる自発研究とその支援が不可欠であった。また, このような新分野では研究成果の評価には 30 年以上の長期間が必要であった。20 年間の辛酸をなめた学会英文誌刊行 (1976 年) にも参画し推進した。研究者には長期間の批判に耐える楽観主義が要請される。

電子情報通信学会 100 周年に寄せて

名誉員、第 75 代会長 (1998.5 ~ 1999.5)

元京都大学 総長

元独立行政法人情報通信研究機構 理事長

長尾 真

私は 1998 年に歴史と伝統のある本学会会長を務めました。私の専門分野は情報処理研究で通信工学から見れば、その応用分野に位置づけられるものです。その頃 NTT の社長をしておられた宮津純一郎氏 (第 71 代会長) に、「これからは NTT もコンテンツの処理に目を向けるべき時代になってきましたよ」とよく申し上げておりました。本学会はすでに 1987 年に電子通信学会から電子情報通信学会に名称変更してその活動範囲を広げてきており、今日の情報社会の基盤作りに貢献し始めていた時代です。情報分野の人間がはじめて会長になったのもそのようなタイミングだったのではないのでしょうか。

1954 年に日本ではじめて京都大学に電子工学科という名称の学科が作られ、私は、これは将来面白くなるに違いないと思って第 1 期生として入学しましたが、3 回生の時にショックレー (Shockley) の半導体工学をテキストにした講義がはじめて開講されました。当時はまだ真空管による増幅や発振などの泥臭い方式の時代だったので、非常にフレッシュな感じを受けたのを思い出します。修士の学生の時に京大に半導体で電子計算機を作るということで、その設計・製作の一部を手伝い、またその機械語によるプログラムをいろいろとつくりましたが、その応用として情報処理分野の研究に入っていました。

そういった大学での教育研究の流れの中で電子通信学会が電子情報通信学会となって通信伝送がデジタル技術に移り、コンピュータとネットワーク技術中心へと舵を切って、コンピュータや通信のハードウェア、ソフトウェア、応用が本学会の中心的な活動分野になってきたわけで、これは会員諸兄の先見の明だったと思います。

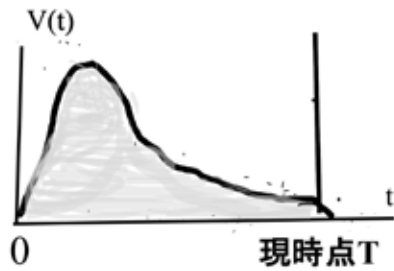
それが本学会の今日の隆盛の基礎を築いたわけです。

私は大学卒業以来一貫して情報処理の研究、特に画像処理と言語情報処理の研究をしてきました。特に機械翻訳の研究開発に力を入れましたが、当初は文法に基づいた研究でしたが、これには限界があることに気づき、言語データに基づいた翻訳、データ・ドリブンの手法を創案し、1981 年にフランスで開かれた AI のワークショップで発表しました (M. Nagao: A Framework of a Mechanical Translation between Japanese and English by Analogy Principle, Readings in Machine Translation, ed. S. Nirenburg, et, MIT Press, 2003)。しかし当時は文法による方法が主流で、データ・ドリブン方式など理論的でない、本当にものになるのかと、ほとんど無視されたようなものでした。しかし 1990 年代後半になって、この方式が質のよい翻訳を出すということから、欧米でこの方式で機械翻訳をするところがあちこちに出てきました。今日ではこの方式が深層学習と結びついて非常に質のよい翻訳ができるようになってきています。現在はビッグデータ利用の時代になってきていますが、ビッグデータの重要性に気付く、これを実用のシステムに取り入れた最初のものがこのデータドリブン機械翻訳 (用例翻訳と呼ばれている) であったといえるでしょう。

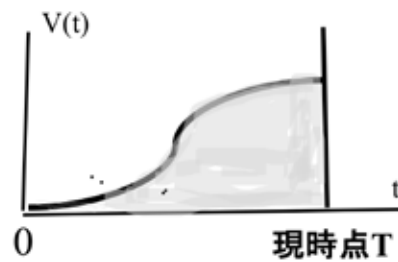
では 100 年たった今日、学会はこれからどのような方向に展開していくべきなのでしょう。私はもっと人間中心の情報という方向に舵を切っていくのがよいのではないかと考えております。電子情報通信技術は何のためかといえ、それは時代を超えて人と人とのコミュニケーションをしっかりとサポートすることにあるのですから。

名誉員, 第76代会長 (1999.5 ~ 2000.5)
 モバイルコンピューティング推進コンソーシアム 会長
 東京大学 名誉教授, 早稲田大学 名誉教授

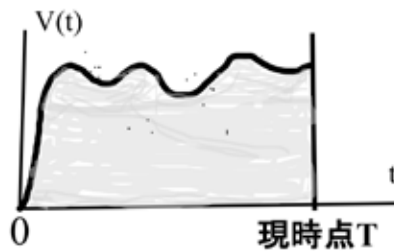
安田 靖彦



(a) 早熟形



(b) 晩成形



(c) オールラウンド形

t : 研究・開発の発生からの経過時間・年

$V(t)$: 価値関数 年間の引用論文数、組み込み製品の出荷額等

$FMRD = \int_0^T V(t) dt$: 研究開発の総合価値

FMRD: Figure of Merit of Research and Development

参考: 通信ソサエティマガジン Vo..2007, No.3, pp.3-10

価値関数を用いた研究・開発の総合的価値

第93代会長（2016.6～2017.6）
名古屋大学 教授

佐藤 健一

自己紹介

- ATM (Asynchronous Transfer Mode)方式を用いた伝達網を構成する基本概念であるVP (Virtual Path)の概念の発明(1990年ITU-Tで国際標準化)。ブロードバンド・マルチメディア時代の幕開けとなる(VPをベースとするリンクシステムの国内ベンダ出荷額、キャリアのサービス収入は各々累積数千億)。なお同概念は、その後IPネットワークMPLS(Multi-Protocol Label Switching)方式のLSP(Label Switched Path)として大規模インターネット構築の基盤技術として現在広く利用されている。
- 光信号を波長を識別子として光のままルーティングを行うPhotonic NetworkにおけるOptical Pathの概念の提案(ITU-TでOptical Channelとして国際標準化)。1996年世界初の光クロスコネクシステムを試作。2004年に商用導入され、現在はPhotonic Networkの基盤システム(ROADM)として世界中で広く導入されている。

電子情報通信産業の課題

- アーキテクチャ／概念 が弱い
- 大学教育が狭い領域の教育に早くから集中(アーキテクトが育たない)

学会の未来に向けて

- 新しい技術、技術の種の揺籃の場であるとともに、分野に跨がる研究開発の推進におけるフォーラムとしての役割強化。
- グローバル化の促進／グローバル化した世界における存在意義の確保
- 学会の運営形態(ガバナンスの強化)

100年後にも輝いている IEICE をみんなで育てよう

副会長 (2015.6 ~ 2017.6)

東北大学 教授

中沢 正隆

(1) IEICE は Member Fee (会費) が中心で Journal Income / International Conference からの収入が少ない

* 学会としての本分である有益な情報発信／場の提供ができていない

* 独立採算性／ソサイエティの発展の道が見えていない

* 本部予算から各ソサイエティ予算への効率的な執行

* 活性化のためにはソサイエティへの予算の貸し出しをしてもよい、ソサイエティが潤ったら返してもらう

(2) Member Fee, Journal Income, International Conference からの収入を同程度まで持っていくような施策を打つ

* 学会はもうけてはいけないというのはおかしい。黒字でないと情報発信もうまくいかない

* なぜもうけ過ぎてはいけないか？ いい学会なら皆集まり繁盛する

* 予算を手の届いていなかった所にまわせる→よりよいソサイエティになれる

* 有償のセミナー、ショートコース

* 支部組織への投資と活性化

* 学生を含む若手を対象とした地方大会における講演セッション・コースの充実

* 学会の発展が学術や産業の発展につながり、ひいては日本の発展になる

そのためには、「目利きのできる Administrator」, 先を見ることができるプロパーの存在が重要

電子情報通信学会を発展させる専属のマネジャーの



IEICE in future learned from IEEE and OSA

重要性

組織を動かす技術職員の雇用／充実

経営担当理事（財務）権限の拡大

(3) Journal/Topical Meeting が繁栄するために

* 各ソサイエティからの新たな融合分野の創出

* 先端研究の研究者の取り込み

* Journal の発展のため日本からの最先端研究の Invited Paper を増やす, 海外での IEICE Journal の広報, 投稿件数の拡大

* 極めてインパクトファクターの高い Journal の発刊

* 研究会参加費の徴収

* 電子情報通信技術が空気のようになってきたとき目立った先端研究は難しい。しかし日々の革新はある

* IEEE R10 のマイルストーンはほとんど日本から (33 件中 32 件), 自信を持つことも重要

不易流行～時代とともに進化する学会に～

企画戦略室長（2016.6～）
日本電気株式会社 取締役執行役員常務 兼 CTO

江村 克己

私は1982年にNECに入社、大学時代から取り組んでいた光通信システムの研究開発を続ける中で、光通信の進展を驚きと興奮を持って目の当たりにすることができた。ムーアの法則による指数関数的な電子情報通信技術の進展に加え、光増幅器、波長多重、デジタルコヒーレントなど、節目、節目にブレークスルー技術が出現し、何桁もの大容量化と通信コストの低減が実現されたのである。私が入社した頃にはつながること自体に大きな価値があったものが、今は安価に大容量でつながることが当たり前になった。これにより新たなサービスを実現することが可能になり、それがもたらす価値に期待が集まるようになってきている。

研究者としての私は、恩師の大越先生、菊池先生、会社の上司の薫陶もあり、常に世界のトップに立ち続けることを意識しながら研究開発を進めた。駆け出しの頃に、コヒーレント光通信で300kmの無中継伝送を実現したことや、超大容量化を競う中で当時としてはダントツの2.6Tb/sの光波長多重伝送実験を実現したことが想い出深い。若い研究者の頃には、研究会や全国大会での厳しい質問とコメントをいただきずいぶん育てられたと思う。組織や世代など様々な壁を越えての熱い議論の場が提供されることが、学会の大きな価値であり、私はその恩恵を十分に受けることができた。OFC, ECOCと

いった光通信の最先端の国際会議でグローバルにわたり合う力を、本学会での侃々諤々の議論を通して培っていただいたことは間違いない。毎年開催される光通信シンポジウムでの夜を徹した議論では、技術のみならず社会人としての心得もいろいろと学ばせていただいた。

最新の技術情報を提供する場、議論と人を育てる場としての学会の役割はずっと変わらず持ち続けるべきものである。サービスをイメージした時に、システム思考の議論が重要になってきている。技術至上主義に陥らず、俯瞰的な議論をする場として、学会が機能できるようになることが重要である。学会メンバーや検討する内容を時代に合わせて変化、拡大させることも肝要である。新しい価値創造のためには、異分野との連携が必須になっている。ソサイエティ間での議論、連携は十分か？、他分野や他学会との接点をしっかり持っているか？等、学会の持続的成長のためにチェックし、対応すべき点も多い。ソサイエティ体制も柔軟に変化することが望まれる。次なる100年も継続して社会に貢献し続ける学会であるためには、変化を恐れず新しいことに果敢にチャレンジすることが不可欠である。不易流行、学会のよきところを残しながら、新しいタイプの学会への変身に、企画戦略室として積極的に取り組んでいく所存である。

『電子情報通信学会マイルストーン』 選定事業に携わり

調査理事（2016.6～）
富士通株式会社 シニアディレクター

石川 悦子

電子情報通信学会の100周年記念事業として、我々の社会や生活、産業、科学技術の発展に大きな影響を与えた研究開発を偉業とする「電子情報通信学会マイルストーン」選定事業に携わる機会に預かった。

本会創立1917年からの100年と言えば、1918年第一次世界大戦終戦、1923年関東大震災、1931年満州事変から1945年第二次世界大戦終戦の戦時、その後の戦後復興、高度経済成長、バブル経済、地球温暖化、ディープラーニングの産業応用と我々の取り巻く環境が激しく大きく変遷を遂げる期間でもある。この環境の変化にそうように新しい技術が開発・実用化され、または技術による環境変革をもたらし、本会はその技術基盤を支えてきた。

私にとっては半分以上が歴史上の事実である。マイルストーン選定に携わることで、技術と社会環境との密接なかわりあいや、いかに諸先輩方の英知、努力の積み重ねた結果としての偉業であったかを振り返ることができた。

■1917～2017年の100年間に、社会や生活、産業、科学技術の発展に影響を与えた本会に関わる研究開発の偉業をマイルストーンとして選定事業を実施

■参考にしたエビデンス：1,626件（重複あり）

エビデンス	件数
業績賞（昭和38年度～平成28年度）	293件
論文特別賞（昭和57年度～平成28年度）	35件
・ 東洋ファンダース・メダル受賞記念特別賞	12件
・ 難波賞	13件
・ 露安賞一賞	10件
功績賞（昭和11年度～昭和37年度）	48件
学会外の賞（昭和5年～平成28年）	889件
委員推薦	179件
公募	182件

電子情報通信学会マイルストーン

これらの偉業を基盤とした現在のデジタル化の流れは途絶えることなく、今後もICT技術と社会環境とが密接にかかわりあいながら変革していくことであろう。

今後ともに進化するICT技術に携わる全ての者にとって、本マイルストーンが技術の原点・歴史を振り返る際の書となれば幸甚である。

辻井：どうも皆さま、お忙しいところありがとうございます。開始時間がきましたので、そろそろ始めたいと思います。

ご承知のように今年は大正6年、1917年からちょうど100年になります。

それで、私が預かっていますのが100年の偉業をまとめろということです。偉業というのは、つまり素晴らしい業績ですが、これをやりだすと、どれくらい仕事になりますかね。

今、お隣にいる調査理事の石川さん、マイルストーン選定委員会の幹事です。もう一人、永妻さんという大阪大学教授も調査理事で、今度4月5日の方は永妻さんに出てもらいますけれども。それからいろいろな理事さん、総務理事さんとか、それから各ソサイエティのソサイエティ会長その他、総勢16人で今やっております。この辺の具体的な話は、最後の方で石川調査理事からも報告がありますが、学会内のいろんな功績賞、業績賞、論文賞等々、それから学会外のいろいろノーベル賞をはじめフランクリン賞、あるいは日本国際賞、京都賞などの国際的な賞、その他の賞を含めまして、客観的な評価をやっております。

公募もやりました。公募もだいぶ頂きまして、それなるべく客観的に評価するということでやっております。全体で250件ぐらいになります。業績賞単独で1つずつではなくて、この業績賞とこの業績賞とで1つのテーマというようなことでやっております、これが終わるのが大体4月末になります。それをまとめて印刷して9月15日の記念式典日には配布するという準備を進めているわけであります。



司会：辻井重男氏

ただ、研究というのは、評価としてなかなかそう客観的にいかない面もあります。人によって価値観とかいろいろ違いますし。それからもう一つ難しいのは、過去を振り返って評価するといっても、30年前を振り返るのと10年前を振り返るのとでは、評価が違って来たりします。本来、そういう客観的な評価というのは、ある一つの時点から振り返るということは不可能なわけです。

IEEEのマイルストーンは25年経ってからということですから、まだやりやすいかもしれません。こちらは、マイルストーンと言っていますが、IEEEとはだいぶ違いまして、学術的な面等々含めて評価をやっておるわけであります。

そういう立派な冊子、立派と自分で言うのも何ですが(笑)。それに加えて、主観的というのか、お一人お一人の考え方のようなものも載せた方が興味を持って読んでいただけるのではないかと。私も20年史、それから50



年史、75年史を読ませていただきまして、これは古代史、中世史、近代史と言っていますが、こういう形で読みますと、その時々の方々のなかなか面白い記事があるんです。

そんなことも考えまして、冊子に、今日の座談会の記録等を入れていこうかと思っております。コラムとして入れるか、前のほうに固めて入れるか。その辺はまだこれから編集作業になりますけれども、そんなことをいろいろ考えています。

それから何人かの先生からお叱りを頂いていますけれども、座談会じゃないだろうと。パネル討論と言えよかったです。これは申し訳ありませんでした。

さて、そんなことで、今日こちらのほうにお座り頂いているのが名誉員の先生たちで、いろいろ席順も考えたのですが、やっぱりアイウエオ順ということでお並びいただいております。こちらの方から、石川理事、それから佐藤会長、中沢副会長、それから江村企画戦略室長です。

これからお話しいただくことを、簡単にはまとめられませんが、ざっと言いますと、例えば技術革新と研究者の意識の在り方ということで、長期的な視野の中で死の谷を乗り越えようということで、岩崎先生、末松先生。岩崎先生は最近続けて本を出しておられまして、『創造の源流』という、これは共著で出しておられます。それから、先ほど『垂直記録とビッグデータ』という単行本を頂きました。

安西先生は、昨年、文化功労者になられた折りの受賞祝賀パーティに出させていただき、非常に印象深い講演を拝聴しました。勇気を持って一步を踏み出せというようなことも書いてあります。それから甘利先生も、『脳・心・人工知能』というような本を書いておられまして、先を見る自由な文化人たれというのがこの本の中に書いてあります。

それから、研究評価の在り方です。長期的な視野を持ってやると。岩崎先生の40年説、末松先生は30年説とか、いろいろあります。それから、安田先生の研究評価法——お配りしていますけれども、ある程度定量的な評価ということになりますか。先ほど私が説明しましたことは、石川理事から言ってもらいます。

それから長尾先生は、人間中心の情報へのかじ切りが必要ではないかというようなこと。これから話していただくので、私が言うこともないかもしれませんが。甘利先生も分野を乗り越える新しい構想。次に、佐藤会長からは、日本はどうもアーキテクチャとか概念が弱いんじゃないかと。この辺もわれわれは真剣に議論をしないといけない。また、大学教育も狭い領域に集中し過ぎではないかというようなことも、お配りした文章の中に出ております。それから江村さんからは、侃々諤々^{かんかんがくがく}の議論が必要であるというような話。最後に中沢さんの、この学会運営の在り方。IEEEとの比較です。いろいろ研



甘利俊一氏

究マネジメントの面でもいいご指摘を紙の文章の方で頂いております。

さて、時間が大変制限されていて、これだけお歴々に並んでいただいて大変申し訳ないんですが、1人10分として、全部で2時間ぐらいになっちゃいますので、2～3分オーバーされますとちょっと困りますので、1人9分という心掛けでお願いしたいと思います（笑）。じゃあ、甘利先生からよろしく願いいたします。

甘利：甘利でございます。私は好き勝手、いい加減なことをしてきた人でありまして、こういう壇上に立つのは恥ずかしいんですけども、ご指名でありますので話をさせてもらいます。

私は皆さんの多くと少し違って、電気系の学科の出身じゃないんです。応用物理学数理コースというところでした。私の先生は大変変わった方で、大学院の時に、「おまえ、学会などというところには入るな」と。あれは大ボスが威張っているつまらないところで、本当の学問をやるところではないんだと、こういう仰せですね。それで、私はドクターを終わりにして九州大学に行きまして、通信工学科ですけれども。そこで、当然全員が学会に入っていますから、私も当学会に入れてもらいました。学会というのはいいところですね。

私が学位論文の内容を発表をすると、当時の研究専門委員会の委員長だった飯島泰蔵先生が、おまえ、これは面白いからすぐ論文にして出しなさいと。論文にして出すと、論文賞をくれるんですね。当時、数万円でしたか。確か学会の会費の10年分ぐらいくれました。学会というのは天国みたいなところだと、私は大変感心しまして。私は、学会の主流ではなくて、自分のやりたい微分幾何学を使った話とか、それからその後でやった神経回路の話とか、まあ人のやらないいい加減なことをやっていたんですが、わが学会はそういうものを全て包み込む非常に度量の広い、大きい学会なんですね。それで、大変楽しく学会生活を送りました。

私の研究について言えば、今申したとおり、脳のモデ

ルをつくって、脳は情報処理をこんなにうまくやっているんだから、何か情報の原理がそこにあるんだろうと。それはモデルを使って調べるのがいいんじゃないかというようなことを一生懸命考えておりました。当時、例えばパーセプトロンという万能機械があると。論理機械だったんですが、中間層が当時は学習できなかったんです。どうやればいいのか分からないと。そういう中で、中間層も学習できるようにするにはどうしたらいいんだろうというようなことを、一生懸命考えました。

今でいう確率勾配降下法という当たり前の話でありますけれども、当時はそれを多層パーセプトロンに使うというような話はなかったんですが、今、AIが大ブームを起こしまして、その中心の一つは確率勾配降下法で、50年たった今でも使っているんですね。ちょっと不思議な気もしないでもない。

それからもう一つは、もうちょっと後から始めた情報幾何というやつです。これは統計確率分布に関する基礎理論で、こんなものは誰も相手にしないだろうと思っていましたけれども、これまたAIブームのせいではないですけれども、信号処理、制御、こういった分野で確率的な世界観が非常に大きくなってきて、その基本構造という意味で情報幾何学が40年経ってはやり始めたと。うれしいことに、来年シュプリングという雑誌社が、『インフォメーションジオメトリー』というジャーナルを創刊して、定期的に刊行すると言ってくれていました、大変うれしい思いをしているわけです。

私はそういう意味で、電子情報通信学会はいいなと思いました。私のメインの学会でありますから、若い頃はいろいろ仕事もしなきゃいけない。論文委員というのもやりました。若い頃は、やっぱり人の論文を査読するとあらが目立つと、ほれみろ、これはくだらんと。ここがいかんのじゃと、こう言うわけです。そうすると、当時編集長だった喜安善市先生が司会をして、甘利君、君の意見はよく分かったが、それは君の意見として別に学会に発表すればいいんだと。この論文がいいか悪いか、載せるかどうか採否を決めるんで、いきなり頭から駄目だと決めつけるのはおかしいということを諭されまして、人を育てる学会の度量の大きさというのはいくつからくるんだと、いたく感銘を受けました。私も、若い時は張り切って、おまえら駄目だとあらばかり探したんですが、それ以来、そうではなくて、いいところを一生懸命探すようにと態度をすっかり改めました。

その後、いろんな縁があって、編集幹事を仰せつかり、理事を仰せつかり、何かの間違いで会長までなっちゃったんですが、私はほとんど何もしない、功績ゼロであります。それは、皆さん他の方たちが非常に一生懸命やってくれて学会を盛り立ててくれるので、私のようなでたらめな人間が口を挟む余地は全くないと、こういうことだったんだと思うんです。

私は、電子情報通信学会はやっぱりすごい大学会だと

思います。それは何かというと、異質なものを取り込んで、非常に広い範囲の発想を取り入れて、それを育てていくところにあるんだろうと、こう思っているんです。いまやまた、安西先生がいるからAIというんではないんですけれども、ひょっとすると産業文明、社会文明が、この情報技術を核にして変わるかもしれない。そうになると、情報であり、通信であり、それを支える電子技術でありますから、ある意味では当学会が一番の主役なんです。だけど、それを縄張り争いで俺のもんだと言わずに、もっともっと広く学問の裾の広がる分野を創設して、大きな目で学術を育てる。それと同時に、若い人に十分な活躍の場を与える。これはこの学会の一番のメリットなんだと、このように思っているんです。

こういうことで、今100年ですが、200年、私はいるはずありません（笑）。150年、200年、まだまだ文明とともに続き、かつ、育てていく学会であろうと思ひまして、ちょうど8分ぐらいでしょうか、この辺でお願いします。（拍手）

辻井：ありがとうございました。じゃあ、安西先生、よろしく願ひします。

安西：安西でございます。私自身は、今お話しされた甘利先生、またこれからお話しされる長尾先生の科研費の重点領域等々で育てていただいたほうでございまして、ここで話をするのもどうかとは思ひのすけれども、40年ほど研究者として何をしてきたか、背景も含めてマイストーリーをお話ししたいと思ひます。慶應の塾長をやっていたということもありまして、私がどうひ研究をやっていたのか聞いてくれる人がなかなかいないのすですが、新しい道を創ってきたという感はしておりますので。

私自身は、大学院当時はむしろシステム理論、それから制御理論、制御工学に近いことをやっておりました。道路交通のシステムでありますとか、そういうことをだいいぶやっていたのすけれども、博士課程の頃にもうやはり人間をどうひふうに見るか。人間がどうひふう



安西祐一郎氏

うにこういうシステムに関わってくるかということにかなり関心が向いてしましまして、それで、どうしようかと。

特に人間を情報処理のシステムとみなしたときに、一人人間というのはどういうふうに見えてくるかと。こういうことを考えたときに、当時、1970年代の前半ですけども、意思決定理論とか、ORといいたいでしょうか、そういう分野で当時行われていた、行動データに基づく数理モデル的な研究よりも、人間の情報処理の面から詳細にわたって人の心とか脳のプロセスまで立ち入って考えていくことはできないかと。

それで、ドクターの終わりがけの頃にアメリカに1本の手紙を書きました。ハーバート・サイモンというカーネギーメロン大学の教授あてに、全く知らない、会ったこともない人に手紙を書いて、行かせてくれというふうに。今から考えると相当むちゃだったと思いますけれども、手紙を出しました。数カ月たって返事が来まして、来てもいいよと。ただし、言うておくが面倒は見えないよと。I warn you …と書いてあるのです。忙しいから面倒は見えないけれども、それでもよければ来てもいいよというので、もちろん行きました。

それで、コンピュータサイエンス学科と心理学科の兼務のポストクになりました。当時コンピュータだって、私が修士課程の時にインテルの8ビットのマイクロプロセッサが出てきまして、東芝の府中工場まで行って講習を受けた。修士課程の頃に。

そういう時代でしたけれども、図の上の赤で囲いましたのが、そのサイモン先生のものでやった研究でございまして、赤の右側に書いてありますのは人間の認知的なスキルです。皆さんもそうなのですけども、いろいろなことをやっているうちに、新しいやり方を自分で見つけていくことができます。人が新しいやり方を見つける学習のプロセスを理論化し、また情報処理のモデルをつくり上げました。人間に対する実験もやりまして実験データを取り、ほぼ2年かけて、新しいやり方を自分で学習するプログラムを書いた。今人工知能の分野でよく話に出るマシンラーニング（機械学習）という言葉がまだほとんど使われていなかった時代のことですが、手続きのマシンラーニングの研究としては世界でも初期の成果でした。

そういう意味でのAIに近いこと、それから認知科学の問題。それと、これはステラン・オールソンというシカゴ大学の人の本の前書きに偶然見つけた文章を持ってきたのですが、私の名前が出ておりまして、それまで20年余りほとんど見るべきものがなかったこの分野で、この論文が一つの時代を画したということが書いてあります。The theory of learning by doing と申します。このlearning by doing という用語はいろいろな場で使われていますけれども、自分の活動を通して何度も経験を積んでいくうちに学習がなされるという意味の、学習の

研究ではよく知られている基本的な概念です。なかなか日本語には訳しにくいのですが、その後、この論文に関連して認知科学、人工知能、臨床医学などにわたって多くの研究が出まして、応用分野も広がりました。

それから、下の青のほうは、少し話は違うのですが、1988年に慶應の相磯秀夫先生の研究室を引き継ぎまして、1990年から91年からその研究室で人間とロボットのインタラクションのプロジェクトを進めるようになりました。ロボット工学とは違しまして、ここに挙げた表題はHuman-Robot-Computer Interactionと申しますけれども、コンピュータとロボットがネットワークで、特にワイヤレスのネットワークでつながったときに、人とロボットとコンピュータの関係がどうなるのかと。これは、ただ何となく心理学的にと、何となく社会科学的に言うのではなくて、心と脳のプロセスまで立ち入って、人にとってインタラクションしやすいロボットの設計はどうすればいいのか、複数のロボット、コンピュータ、センサをネットワークで接続したシステムを複数の人が使いやすいように設計するにはどうすればいいのか、そういう問題への取り組みを、1991年から本格的に始めました。

この左側の上は、1992年に東京で行われたIEEEのHuman-Robot Interactionのワークショップで基調講演を行ったときの論文です。RO-MANといいたいけれども、ここに挙げてあります論文の表題は、この第1回ワークショップの基調講演の論文から取ったものです。すでに研究室で実験も相当やっていたものですから、その内容までたくさん入れて発表いたしました。その後書かれているところによりますと、この国際会議はHuman-Robot Interactionの会議として公式には世界ではじめてと言われておりまして、この会議で研究成果も含めた基調講演をやったということは、世界でもはじめてこの領域に踏み込んだ研究室の一つだったと思われるす。

それから25年が経ちまして、昨年8月にこのRO-MANの25周年記念の国際シンポジウムがニューヨークで行われました。それが下のほうの、旗が立っている絵です。25周年ということで、第1回の会議の基調講演者だった私をまた基調講演に呼んでくれました。それで、同じ会議で25年ぶりに基調講演をやりまして、25年たって何が変わったか、これから何が変わっていくかという話をしました。25年前にはほとんど生まれてさえいなかった人間とロボットのインタラクションという領域が、情報通信やロボットの技術の発展とともに、今や世界中で大きく取り上げられるようになりました。複数の人間やロボットが関与するシステムのデザインがたいへん重要な時代になっています。

人間とロボットを両方含むシステムを考えると、実はロボットと言うのはヒューマノイドロボットだ

けではありません。コンピューティングデバイスとセンサとアクチュエータ、これらをネットワーク化したシステムはすべてロボットと呼べる、という点が大事です。この意味では、車はロボットですし、道路もロボットですし、生活空間のほとんどあらゆる場がロボット化されています。その中での人と、そういう意味での知的社会基盤との関係というのは、人間にとってたいへん大きな課題でございまして、これを技術的にどういうふうに解析して、どういう設計方法を作っていくかということ、おそらく電子情報通信学会においても大きなテーマではないかと思えます。

では、アクチュエータを持つアクティブなシステムであるロボットと、違った意味でアクティブな生きものである人間のインタラクションにおいて、本質的に何を考えなければならないのか、それを25年前に考え始めまして、今こういう状況になっているわけですが、一番大事なことはおそらく、システム側と人間側で情報を共有するということは一体どういうことかと。情報を共有するといいますけれども、情報というのは物理的なもの、材料ではありませんので、実は物理的には共有できないのです。共有していると思っているだけなのです。

共有しているというふうに推論しているということはどういうことか。そういうことができるようになるためには、ロボット側、インフラ側をどう設計すればよいか。これが一つの大きな課題で、情報共有によるインタラクション、インタラクティブシステムの設計ということが、きわめて基本的で重要なテーマになると思われます。

それで、情報共有によるインタラクションという論文を今書いておりまして、日本認知科学会という学会の「認知科学」という雑誌に掲載されることになっています。

Human-Robot Interactionの研究のことを申し上げましたけれども、社会的な応用を考えると、ロボットも単体の中にソフトウェア、ハードウェアを組み込むというよりは、クラウドをベースにして必要なソフトウェアやデータ等々をロボットにダウンロードして使う。あるいは、ハードウェアの部品にいたしましても、簡単に取り換え可能、配達可能にする。いずれにしても、標準化、国際標準の確保が非常に重要な課題になります。

そういう中で、多くの人たちが関わってきたネットワークロボティクスの研究会の後継として、クラウドネットワークロボティクスの研究会が電子情報通信学会に設置されています。この研究会の初代の委員長は私にお鉢が回ってきたのです。クラウドネットワークロボティクスという名前も、ATRの萩田さんなどと相談してつくったものであります。この辺の分野、特にネットワーク、それから通信、ロボティクス、特に人の情報処理メカニズムです。人の心が情報処理系としてどういうシステムなのかを理解することが重要です。AIや脳も

もちろん関係があります。人間を含むアクティブなシステムのトータルの設計をどうしていったらいいのかということは、おそらくこれからの科学技術と社会にとって最も大きなテーマの一つになるのではないかというふうに思っております。

今、日本学術振興会というところにおりまして、学術研究や若手研究者育成、国際共同研究全般のお世話をしているのですが、学術研究それから研究開発、あらゆる面で電子情報通信学会に期待をするところは非常に大きい。材料から半導体のプロセスからデバイスから通信からアーキテクチャーから、あらゆることが必要だからです。その上で、人間とシステムの間の、情報処理という意味でのアクティブな関係をきちんとつけた、そういうデザインをどうしていったらいいのかということ、ぜひ考えて実現していただければと期待しております。

まだまだこれからだと自分では思っております。大御所の先生方の前で恐縮でございすけれども、今、政府の人工知能技術戦略会議のほうでは長尾先生、甘利先生、それから江村さんにもお世話になっておりまして、いろいろなことでいろいろな方にご指導頂きながらやっていると、そういう状況でございす。どうぞ、今後ともよろしくお願い申し上げます。どうもありがとうございます。(拍手)

辻井：ありがとうございました。それでは、ちょっと話題が変わるかもしれませんが、岩崎先生、よろしくお願いします。

岩崎：ご紹介いただいた岩崎です。電気通信学会（当時）への入会は、1951年なので、これまで66年間会員として仕事をしてきたことになります。

私の恩師は永井健三先生で、交流バイアス方式を発明された磁気録音のバイオニアでした。磁気録音は当時の日本の重要産業だったので課題も多く、この磁気記録の学術を継ぐことが私のライフワークになりました。最近の磁気記録の歩みは、電子情報通信学会の大きな歩みに



岩崎俊一氏

重なり、新たな情報化社会を作りつつあるように思われます。

磁気記録技術は、本学会より20年長い120年の歴史を持っています。

最初は銅線に録音する線状の記録方式でした（1898年）。約40年後に磁気テープを用いる面状の記録方式が発明されました（1935年）。記録が線から面に変わることで、録音品質は画期的に進歩し、音声だけでなく映像やデータの記録などの新しい応用も広がりました。

さらに約40年後の1977年に、私は垂直記録方式を発明しています。これは磁気膜面に対して針状の磁極を用い垂直に記録する方式で、いわば点状の記録方式となり、記録形式を面から点へと大きく転換しました。

この方式では、隣接する情報磁極間に働く吸引力が記録の高密度を促進するため、記憶容量が10倍以上の高性能化を実現しました。

40年という期間は研究者の世代交替に対応し、また、一つの革新技術が次第に普及して次の革新を生み出す期間とも考えられます。例えば、通信の分野でもマルコーニの無線通信（1901年）からマイクロ波通信（1940年代）、さらに光通信（1980年代）への革新も40年毎です。私はこれを技術革新の40年則と呼んでいます。

垂直記録への革新は、それ迄の方式が全て面内型で発展を遂げてきたので、容易に主流にはなれませんでした。1990年代の10年間は、垂直記録にとって、いわゆる“死の谷”と呼ばれる期間だったと思います。

しかし2000年になって面内型の限界が明らかになるとともに、垂直記録が技術的にもほぼ完成に達したという経過を辿りました。幸運だったと思っています。

その結果、小型・軽量で低消費電力の超高密度ハードディスク装置を実現できるようになりました。

それと大事なことは、それが非常に安くできるということです。多分皆さんもお使いになっていると思いますけれども、1980年代はハードディスクは、携帯型、3.5インチで30MBのものが20万円でした。今、2TBあるいは3TBのものが1万円になっている。ですから、コストパフォーマンスでいえば、200万倍以上になっています。

セントラルプロセッサ（CPU）はその間の変化が1万倍ぐらいだろうから、やっぱりこの情報量の安さがビッグデータの基盤になっているということであろうと思います。

そういうことで、それが2005年に実用化されて、あっという間にハードディスクが垂直型に変わってしまった。わずか3年か4年くらいの間に数億台の桁の産業が全部垂直型になったということで、これはやっぱり社会がそれだけ必要としていたんだろうといえます。その結果として、西暦2010年辺りからビッグデータの時代に入っていくわけです。

この垂直型のハードディスクはものすごくいろんな分

野に使われているんです。メディカルの分野、あるいはコンピュータサーバの分野、放送・出版は当然、教育にも使われる、家庭でも使われるということで、利用範囲が非常に広くて、しかも非常に安い。これは文明をつくるものだろうと僕は思います。

ITとストレージの歴史を考えると、1977年に垂直記録の発明があり、その後、日本の努力により垂直ディスクの容量が増えて、2000年に3.5インチ、70GB程度のものがつくれるようになった。2005年になりますと、1.8インチのディスクでこの程度のものができるようになった。いわゆるビッグデータの基盤がこれででき上がっていたということでもあります。

ビッグデータという言葉は、2012年にオバマ大統領が「ビッグデータイニシアチブ」と言いだしてから日本で大変有名になったんでありますけれども、その基盤は日本の企業がつくっていたということ、あらためて申し上げておきたいと思います。

そういうことで、垂直磁気記録という研究をずっと私は30年以上やっておりましたが、これは大容量と低価格、これを同時に実現している。大容量であっても、高くは駄目なんです。高性能と低価格化を同時に実現したものというのは、非常に稀で、それは非常に多くの人に使われ、恐らくそれは文明の基盤になる。これが一番大事なことであります。

そうすると、こういうビッグデータの登場によって、先ほど甘利先生がおっしゃった人工知能、これはものすごく利口になってきたように見ております。それから、物のインターネット、IoT。これは、いろんな考え方が物につながると。これは日本人に非常に向いている環境だなと僕は思います。そして、非常に高度な情報化社会を築きつつある。

そういうことを考えますと、科学技術に携わる者はやっぱりクオリティ・オブ・ライフじゃなくて、クオリティ・オブ・ソサイエティへの貢献なんだと考えるべきだということを、僕は強く申し上げたいと思います。

例えば、そのソサイエティの持っていく方でありまして、私はちょうど2000年ごろに日本学術会議で研究の在り方あるいは文化の在り方、研究の進め方をいろいろ議論したんですが、基礎・応用・開発というリニアな考え方じゃいけない。それはむしろ、創造・展開・統合で社会と統合しなきゃいけないという考え方です。

もうそろそろ時間いっぱいですね。もう一つ後で申し上げます。日本の在り方みたいなものですね。

辻井：面白そうな話が出てきましたが、一渡りお聞きしましてから、議論の時にまた。

じゃあ、末松先生、お願いします。

末松：末松でございます。今日は私も座談会だろうと

思っていました。研究には時の運がありそうです。私が大学院を出た1960年にMaiman氏らによりレーザが出現したのです。大学院の研究がマイクロ波通信の研究で、波長を短縮するというテーマでした。しかし、発生できる周波数を高くするのは、当時の真空管では困難という結論で、学位論文は実は惨たんたる思いで、おそろおそろ出して卒業したのです（笑）。レーザが出現するであろうとの予測は2～3年前からあり、卒業した年に実現したのです。助手に採用されてから、マイクロ波の波長短縮では失敗しましたが、レーザの光を使えば、1万倍ぐらい周波数が高いですから、情報伝送量も1万倍には増えるだろうと考えて、光通信の研究を始めたわけです。

1963年に私は学生諸君と東京工業大学の全学祭で世界初の光ファイバ通信のひな形実験を公開しました。1965年には電気通信学会（当時）では原島治委員長の下に量子エレクトロニクス研究会が発足して新しい分野の研究が活発に行われ、私は幹事として参加しました。

私は光源にはどのようなレーザが使えるか、そして光の伝送はどのようにすればよいかと学生諸君の協力で研究を進めました。私は、光源にはまだパルス動作しかできませんでしたが、他の光デバイスとの一体集積の可能性があり、小型で小電力動作の半導体レーザの可能性に引かれました。そして、学生諸君の協力をえて1967年に超高速の直接変調ができることを実証しました。他方では1966年にSTLのKao氏らは熔融石英による低損失光ファイバの可能性を示唆し、1970年、Maurer氏らはかなり低損失のシリカ光ファイバを実現しました。また、1969年から翌年に掛けて、短波長帯GaAlAs/GaAsレーザの室温連続動作がソ連のAlferov氏らやベル研の林氏らにより達成されました。

しかし、当時の半導体レーザの性能は極めて不十分でした。そこで私は、1972年に大容量長距離光ファイバ通信の実現には、動的単一モード（DSM）レーザと呼ぶことにした通信用の半導体レーザの開拓が必要であることを示唆しました。このDSMレーザは、1) 長距離通信用に、当時はまだ曖昧さがあました光ファイバの最低損

失波長帯で動作し、2) 伝搬定数分散の悪影響を回避するために安定な単一モードで動作し、そして3) 複数の波長利用の通信に対応して波長同調ができる、という3機能を合せ持つレーザの概念でした。

そして、単一モードレーザの原理を見出し、集積レーザの実現に成功しました。その間に光ファイバの開拓が進み、最低損失波長帯が1.5 μm 近辺になりそうとの情報が伝わってきました。未熟な助教授でありながら新しい波長帯のレーザを開拓するという本格的な研究のスコープが描けたのは、TDKの山崎貞一社長を初め多くの見かえりを求めない研究支援者の方々に恵まれたからでした。その後、科学研究費のお世話になることができ、研究が進展しました。

1979年に学生諸君の協力で、1.5 μm の長波長帯GaInAsP/Inレーザを実現しました。同年に、その最低損失波長帯の極低損失光ファイバがNTTの宮・照沼氏らにより実現されました。新しく開拓した半導体を用いて、1981年には念願の1.5 μm 帯DSMレーザを実現しました。この実現を契機に、1982～83年にKDDの秋葉氏らやNTTの池上氏らにより1.5 μm 長波長帯の光ファイバ通信実験が開始され、この流れが世界に広まりました。

よく研究の産業界への移転の困難さに「死の谷」という言葉が使われますが、私達の場合は死の谷はありませんでした。実はこのDSMレーザを開発した博士学生が、1981年に、1人はNTTに、そしてもう1人はKDDに就職したので、非常にスムーズに企業に受け渡されました。

これと前後して、1977年にはNTTの伊澤氏らは産業界と協力してVAD法と呼ばれる光ファイバの連続製造法を開発して、光ファイバの低価格化に道を開きました。さらに、1984年に私は古屋君らとDSMレーザの進化型である、位相シフト分布反射器レーザを実現しました。このレーザが、現在、長距離用の標準レーザとして世界中で広く使われています。光回路・デバイスや変調方式、波長多重や光ファイバ増幅、多値変調など、本会の会員が加わった多大な貢献により、光通信は大きく進展しました。他方では1983年にCerf・Khan両氏がTCP-IPプロトコルをインターネットに標準装備し、1991年にはBarners-Lee氏がwwwをつくり、先のクラウドです、インターネットの国際化を促進しました。光通信と相まって両方が助け合って共に発展しました。

伝送容量と距離の積を伝送性能と言います。光ファイバの伝送性能は1980年の当初に比べて約1億倍に増大しました。本当に世の中が変わるのは、少なくとも1万倍ぐらいの変化が必要ですね。中沢正隆氏などは、距離を広げるのにいい仕事をしています。こうして情報通信文明が招来されました。

光ファイバ通信の開拓は研究段階から我が国が世界の最先端で行った戦後最初の技術分野と言われています。



末松安晴氏

この世にないものの実現への挑戦、すなわち研究者の発意になる自発研究とその支援が一層重要であります。

また、評価という問題があります。私が関わったDSM レーザのうち、波長を温度で変えるDSM レーザは、25年間ぐらいで実用化されました。しかし、電気で波長を変え、DSM レーザは、長い間、35年間ぐらい実用化されませんでした。そのために一頃、自分の考えが間違っていたのではないかと長い間晴々としました。しかし、後者が2005年ごろからアメリカで使われ始めて広まり、今は安心して話ができるようになりました。評価はやはり30年はかけないと駄目だと思われます。岩崎先生は40年と言っておられましたけれども（笑）。それぐらいでないと、本当に自分自身で納得できる評価にはならないようですね。

さて、学会では1976年にその後の15年間の辛酸をなめた学会英文誌刊行にも参画し、これを推進しました。現在では、主力の論文誌に成長しています。

それからもう一つ最後に申し上げたいのは、人間には悲観主義者と楽観主義者がいますが、最後は楽観主義者が世の中に受け入れられるのではないかと言われます。どうか皆さん、楽観的にいこうじゃありませんかというのが、この100周年の私の提案でございます。どうもありがとうございました。（拍手）

辻井：では、長尾先生、お願いします。

長尾：長尾でございます。私は、1998年にこの歴史と伝統のある学会の会長を務めさせていただきました。第75代の会長でございました。

私の専門分野は情報処理研究でありまして、通信工学から見ればその応用分野に位置付けられるものと考えられます。その頃、NTTの社長をしておられました宮津純一郎さん——第71代の会長でございましたけれども、宮津さんには、これからはNTTもコンテンツの処理に目を向けるべき時代になってきましたよというようなことをよく申し上げておりました。

本学会は、既に1987年に電子通信学会という名前か



長尾 真氏

ら電子情報通信学会というふうに変更してその活動範囲を広げてきておりまして、今日の情報社会の基礎基盤づくりに貢献し始めていた時代であったわけでございます。情報分野の人間がはじめてこの歴史と伝統のある通信学会の会長になりましたのも、そのようなタイミングであったのではないかと考えております。

私のことを少し申し上げさせていただきますけれども、1954年に日本ではじめて京都大学に電子工学科という名称の学科がつくられまして、私はこれは将来面白くなるに違いないと思って、電子工学科の第1期生として入学をしたんですが、3回生の時にショックレーの半導体工学というのがテキストになりまして、先生が講義をされました。これはなかなか面白かったわけでございます。といいますのも、当時はまだ真空管による増幅や発振といった、いわば泥臭い方式の時代だったんですけれども、半導体による通信工学がこれから始まるということで、非常にフレッシュな感じを受けた、そういう時代でございました。

私が修士の学生になりました時に、京都大学に半導体で電子計算機をつくるということが文部省の科研費で認められまして、その設計とか製作の一部を手伝い、また、できてきたその半導体の電子計算機のプログラムを機械語によっていろいろとつくりました。そういうのは懐かしい経験ですけれども。そういう延長線上で、私は情報処理分野の研究に入っていったわけでございます。

そういった大学での教育研究の流れの中で、電子通信学会が電子情報通信学会となりまして、通信伝送がデジタル技術に移り、また、コンピュータとネットワーク技術中心へとかじを切って、コンピュータや通信のハードウェア、ソフトウェア、応用が本学会の中心的な活動分野になってきたわけでありまして、これは会員諸兄の先見の明だったんだと思います。それが、本学会の今日の隆盛の基礎を築いたということが言えるんじゃないかと思っています。

私は助手になりましてから一貫して情報処理の研究、画像処理とか、特に言語情報処理に力を入れてまいりまして、機械翻訳というものを一生懸命やりました。機械翻訳といいますと、言語を他の言語に翻訳するわけですので、言語の文法というものを使って言語を解析して翻訳をするというのが世界的な流れでありましたけれども、これでは質のいい翻訳はできないということを考えまして、1980年にはデータドリブンの機械翻訳システムをつくるというアイデアを出しました。つまり、言語データを基礎にして機械翻訳をやるメカニズムを考えまして、1981年にフランスの片田舎で開かれました人工知能ワークショップ、AIワークショップで発表いたしました。しかし、その当時はほとんどみんな文法に従ってやるというのが主流でしたので、例えばMITにおりましたネグロポンテ——MITの情報関係の研究所長をしておりましてけれども——なんかも、全然そんなの役

に立たないんじゃないかとか言っておりましたんですけども、やはりデータに基づくいろんな情報処理、機械翻訳をはじめ、そういうことに関して1980年にやり始めたというのは、今から考えれば、今の言葉で言いますと、ビッグデータを使っているいろんな情報処理をするところの先駆けではなかったかと考えております。

そんなことをやってまいりましたのですけれども、今日そういうものが深層学習という手法と結合いたしました。私が28歳から30歳の頃から始めました言語処理が、自分が死ぬまでに実用になれば非常にありがたと思っていた50年間のいろんな苦闘の末、今日、機械翻訳が本当に社会に浸透していくところになってきましたので、安心して死ぬと、こういうことで喜んでおります。

電子情報通信学会が今回100年を迎えまして、これからどのような方向に展開していくべきなのかということが問われるのではないかと思います。

私は、人間の情報処理という能力について非常に興味を持っておりますので、偏った見方になるかもしれませんが、こういう学会活動も、できればもっと人間中心の情報という方向にかじを切っていくのがよろしいのではないかとこのように思っております。

それははしりとしましては、例えばヘルスケア用のボディエリアネットワークなんかは今、一生懸命企業なんかでも開発されております。つまり、人間の身体の周囲の計測をすることによって、それを通信ネットワークに乗せていろんな診断をするとか、そういうようなものです。それから、会議や教室の中で情報共有をするために、たかだか数mぐらいのところで電波を飛ばして生徒のパソコン同士が会話をする、情報共有をすると、そういう世界です。それから、これからは人間の感情というものを、肌にあるいろんな計測機器を付けてそこから無線で計測したものをネットのほうに流して、そしてその人の精神状態をある意味で推測して、鬱^{うつ}になっているとかいろんなことがあれば、ちゃんとした対応を勧告するとかですね。

そういうふうな人間中心の電子情報通信、それから人間の頭脳がやっているようないろんな深い活動。そういうものを、通信とか情報処理とかいう観点からちゃんと支えていく、そういうふうな時代になっていくのではないかと考えております。

それはなぜかといいますと、時代を越えて人と人とのコミュニケーションが世界の平和のために最も大事なことでありますから、それをきちっといろんな面からサポートするというのが、電子情報通信学会のこれからの一つの大切な使命になるというふうに私は考えているからでございます。どうもありがとうございました。(拍手)

辻井：どうもありがとうございました。それでは、安田

先生、お願いします。

安田：それでは、最初に自己紹介を兼ねまして、私の研究分野はどのようにして決まってきたかということをお話してみたいと思います。私の研究はデジタル通信方式、画像符号化処理、有線無線の情報ネットワーク関連の3分野に分かれております。これらの分野の仕事をすることになりましたのは、はじめからそういうことを狙ってやっていたわけではありません。複数の方々との出会いから偶然と必然によって自然にその方向にいったというところが実情であります。

私は1958年に東大の電気工学科を卒業いたしまして、故猪瀬博先生という大変傑出した方の研究室に配属をされました。この出会いが、その後の私の進路を決定付けたわけであります。当時はデジタル通信の黎明期でありまして、電子回路は真空管からトランジスタへの移行がごく一部で始まりだした、そういうまだ段階であったわけであります。猪瀬先生は、タイムスロット入れ替えという時分割デジタル電子交換方式の基本技術の着想を引っ提げて米国留学から帰国されたばかりでありまして、大変自信に満ちあふれておられました。

そして、ベル電話研究所から全デジタル時分割電子交換機の研究を委託研究として受けました。当時としては外国の会社から国立大学が受託研究を受ける例がなく、大変な騒ぎになりましたね。総長まで巻き込んだ騒ぎになりましたが、何とか茅総長のご努力でそれを引き受けることができて、それで研究室を挙げて時分割デジタル電子交換機の試作に取り組んだわけであります。

デルタ変調を通話回路に用いるということはいろんな条件から決まってきたわけですが、私はこのシステムの中で、デルタ変調を用いた通話回路と信号回路を担当することになりました。当時としては、高速のトランジスタを使いまして回路を組み上げていくわけですが、1個数千円もするトランジスタが、しばしばあつという間にお釈迦になっちゃうんです。それで、大変先生にご迷惑をお掛けしたわけであります。



安田靖彦氏

こうした折に、猪瀬先生は新婚早々だったのですけれども、女房を質に入れても研究費のほうは何とか工面するからしっかりやってくださいと、こう言われるわけです。まあ、今から考えると、こんなことはなかなか言えるものではない。大したものだと思うんですが、その当時は学生仲間で、先生そんなこと言って大丈夫なのかなとかいうようなことを言いあっておりました。

そして、1961年、デルタ変調の研究のこれは完全な副産物として、私はデルタシグマ変調というのを創案いたしました。これは現在、AD変換機の主流の基本方式として、CD・DVD、あるいはハイレゾ等の音響機器、それから各種の計測機器、携帯電話等の通信機器、制御機器あるいは電力機器、その他いろんな方面で広く使われております。しかも、いまだに世界中で関連した研究開発が行われていると、そういうことになっておるわけでありまして。

1963年、私は博士課程を卒業いたしまして、東京大学生産技術研究所へ助教授として奉職をいたしまして、故野村氏も教授の下に就きました。そして、社会人としての最初の仕事が、当時東大生研内にありました、糸川英夫先生や高木昇先生を中心とする観測ロケットグループに入れられまして、ロケットのテレメーターやコマンド系の開発や運用に携わることになりました。大隅半島にある内之浦の実験所へは何度も行きまして、テレメータ班の主任として打ち上げ実験に参加をいたしました。

ところが、私が東大生研に着任して1年後には、この観測ロケットグループは既存の航空研究所を改組して新設されました宇宙航空研究所へ、野村教授をはじめとして大半の研究者が移籍をすることになったわけでありまして。私は生産技術研究所でしっかり研究に取り組むようにという斉藤成文先生のお言葉に従いまして、生研に残留いたしました。

その後もしばらくは観測ロケットの関係の仕事のお手伝いをしながら、本格的に自分の研究の方向を見いださなければならぬと考えていた矢先、野村先生を介しまして日本経済新聞社から、紙面電送用大型ファクシミリの帯域圧縮伝送という委託研究が舞い込んできました。新聞紙面一面の大きな用紙をファクシミリで伝送するという「紙面電送用大型ファクシミリ」というのがありまして、新聞社が当時は使っていたのでありますが、その大型ファクシミ리를 NTTから借りた専用回線で送るわけで、その専用回線のレンタル料がものすごく高い。当時は高度成長の最中で新聞はどんどん厚くなっていました。

そこで、同じ回線で2倍ぐらいの量を送れるようにならないかと。つまり、帯域圧縮ができませんかと。宇宙のほうでは非常に高度な方式を使っているらしいので、何かできるのではないかと、そういうふうに出てきたわけです。

私も、ファックスなんていうのはもう戦前からできて

いるものでありますから、そんなものは簡単だろうと思ひまして、割と簡単に安請け合いましたのですが、その後、実際に担当して取り組んでから非常に驚きました。これは大変なことになったと。アナログというのは非常に怖いところは、ぎりぎりまで送っているわけです。バスティジアルサイドバンドで帯域いっぱい、ぎりぎりに使って、送っていた。

ということで、最初は大変なことになったと思ったんですが、何とかかんと工夫をいたしまして、最終的にはスペクトル伝送の帯域圧縮。情報の圧縮ではなく、伝送する帯域波形を工夫することによってそのスペクトルを圧縮するスペクトル圧縮方式で、約2倍の伝送速度を実現することができました。

これを契機に、ファックスのディジタル帯域圧縮、さらに一般の画像・映像の符号化・処理の研究を始めましたが、それらも必然的な成り行きでありました。

一方、観測ロケットのテレメータの流れから、無線データ通信の研究を始めておりまして、早い段階から無線パケット通信の研究に取り組んでいきました。そして、無線パケット通信におけるキャリアセンスアクセス技術を有線へ適用したイーサネットの研究へ向かい、さらに一般のLANやMAN、WAN等のネットワーク研究へと進んだのは自然の流れでありました。

野村先生は猪瀬先生とはタイプの異なる方でありましたが、大変広い視野を持ち、宇宙開発という大きなプロジェクトの指導者としてうってつけの人物であったと私は思います。私は研究者としてのスタートの時期に、猪瀬・野村の両先生の指導を受けたことは大変幸運であったというように思います。

1994年9月から早稲田大学に移ったわけでありまして、時代の変化に対応いたしましてインターネット関連の技術や無線LANの研究などに重心を移しましたけれども、通信、画像処理ならびに情報ネットワークという3本柱の研究方向は変わりませんでした。

冒頭に述べましたように、私の研究は今言った通信方式、画像符号化処理、有線無線の情報ネットワーク関連の3つの分野に手を広げた研究を行いました。どれか1つの分野に焦点を絞っておれば、より深く掘り下げた研究ができたのではないかという思いもあります。ところが一方で、手を広げたことによって、より多くの方々と知り合いになりまして、視野を広げることができたのも事実であります。こうした道を選んだことに後悔はしておりません。

次に、研究開発とその評価についてちょっと申し上げたいと思います。

辻井：すみません、ぼつぼつ時間がまいりました（笑）。

安田：なりました？ それでは、これはまた後で議論することにして、この辺で（笑）。時間を予めきちんと

キャリブレードしていなかったものですから。

辻井：ちょっとこの図で確認しておきたいんですけども、いいですか。お手許に、受付に置いてありますけれども、これは安田先生の研究評価の在り方に関する、10年前ですけれどもね。ちょっと確認したいのは、これに図が1つありますけれども、この早熟型、それから晩成型ですか。ここにあるのはこのオールラウンド型だけですか。

安田：この資料にありますのは、特にそういう区別をしていなくて。ただ、 $V(t)$ と書きました価値関数とここで言っているものが、ある形をしていて、その下の面積がそこで定義したFMRD, Figure of Merit of Research and Development。要するにその研究の総価値で、それが大きいのはいい研究だということになるという感じがすね。

辻井：先生のデルタシグマ変調ですか。これはつい先週、名城大学でしたか、名古屋でのソサイエティ大会でもデルタシグマ変調講演がありました。それ以前に、いろんな国際会議でデルタシグマのセッションが設けられているという話ですけれども。こういういろんな評価があるということですよ。このデルタシグマはオールラウンドですか。

安田：まあオールラウンドか、むしろ晩成型ですかね。最初のうちはそれほどでもない。

辻井：これが早熟型と晩成型ですか、そういうのがあるので。われわれも、後で石川調査理事から話がありますけれども、業績賞というのを1963年以来55年間やってきているわけです。業績賞ができた時は、3年で評価するということでした。だから学会の評価はどちらかというと短期的。功績賞というのもありますけれども、あれは学会運営に協力した人なども含まれますので、必ずしも学術的あるいは産業的でもないわけです。論文賞は毎年です。そんなこともありまして、これからの議論の話題にできればと思います。

じゃあ、すみません、よろしいですか。

安田：どうもありがとうございました。(拍手)

なお、私の今回のお話は基本的に、本座談会の付属資料としてお手許に配布されている”デジタル情報通信の発展とともに歩んで”と題する通信ソサイエティマガジン No.3 冬号, 2007, pp.4-10 の内容に沿ったものです。もしご関心がおありでしたら、原文をご覧ください。

辻井：江村企画戦略室長が途中で退席されますので、先に江村さんのほうから。

江村：企画戦略室長を務めております、江村でございます。私は現役ということもあって、ちょうど100年の節目にあたる今、電子情報通信学会が今後も100年続く学会であるためにいろいろなことを検討していかなければならないと考えています。今年度から企画戦略と「戦略」が付いた企画戦略室では、これから取り組むべきことを次期会長、副会長を含めて普段議論しております。そういう中で感じていることを、いろいろお話ししたいと思います。

私自身は、元々は光通信の研究者でして、末松先生のお話にそのままつながる感じです。1979年に大越先生のところに入りまして、光通信が本当に世の中に浸透していくのを目の当たりにしてきました。私のはじめて海外出張した頃は、外国のホテルから日本に電話はできなかったですね、とても怖くて。要は、下手に20分も話そうものなら、電話代がホテル代以上になると、そういう時代だったわけです。

それで、先ほどの末松先生がお話された1億倍の性能向上、この進展が実は通信のコストを限りなくゼロにしています。先ほどの岩崎先生の話と同じだと思います。今ですと、SkypeとかLINEで電話をうちの娘なんかしていますけれども、全く無料で通話をしているわけです。そういう時代になっています。ずっと先輩方と一緒に研究開発をしてきたことが、こういう革新を実現してきたということだと思います。裏返して言うと、世の中の人とは違うところに価値を見いだし始めたということになります。昔はつながることに価値を見いだしていたのが、今日もAIの話が随分出てきましたけれども、AIで実現されるサービスに価値や興味が移りました。それを支えている通信だったりコンピュータだったりの部分は、ある意味で、非常に重要なのですが、黒子になったということだと思います。

そう思ったときに、本学会がカバーする技術は非常に重要なのですが、それを本当に世の中に生かしていくためには、私たちは新たな価値を創りだしているいろいろな人と接点を持つということが非常に重要になっているということだと思います。この話はまた後で戻ってきた



江村克己氏

と思います。

もう一方で、学会について思うと、私は電子情報通信学会に非常に鍛えられたという感じがあります。若い頃はまず学会の会場に行くとき周りを見渡し、あの先生とNTTのあの人がいるみたいなことで、今日も大変だなという感じを持っていました。非常に厳しい質問をされるわけですが、それによって、もっとちゃんと勉強しなきゃという思いがわき、自分自身の研鑽につながりました。組織の壁を越えて育てていただいたという感じがあります。

私が研究部長になった時に、新人の研究者がはじめて電子情報通信学会の全国大会で発表して帰ってきて、もう二度と学会に行きませんというふうに言いました。それはなぜかと聞いたら、自分のセッションは自分の発表を含めて座長しか質問しなかったということと言われました。その時に私も非常に責任を感じました。私は若い頃、先輩方に育ててもらったんだけど、そういう役割を我々ではできているかということを非常に反省しました。

時代の変化という観点で言うと、私が光通信を始めた頃は、微調台でファイバにレーザ光を結合して実験していて、そこには物理がありました。だんだん光通信のモジュールが出てきて、つなげば実験ができるようになりました。物理がどちらかというとエンジニアリングに変わってきて、やりました、できました、の世界になりました。その裏側にあるべき本質の議論が、ずいぶん減ってしまったのではないかと思います。

これは先ほどの、技術が成熟してきて、非常に低コストで通信ができるようになってきたということの裏返しでもあって、決して悪いことではないと思うのです。ただ、同じパラダイムの中で議論が続けていると、だんだん議論が活発じゃなくなるのではないかと思います。先ほど申し上げましたように、私たちのつくっているテクノロジーで世の中が大きく変わっています。われわれの技術が具体的にどこに生きているのだろうかという視点に立てば、そこにはまた新しい議論がどんどん出てくるはずだと思うのです。ところが、どちらかというと従来と同じ発想の人たちの中にいると心地よいので、他の人と一緒に新しい議論をするという意識が弱くなっているのではないかと思います。少し思っています。

そういう意味で、先ほども長尾先生が指摘されていたように、電子情報通信学会となったのが今から30年前です。30年前には、情報ということを新しく加えようということで、学会自身が名前を変えたわけです。30年たった今、我々は次の100年を意識したときにどこに向かっていくかということを、もう一度考え直さなければならないフェーズに入ってきているのではないかと思います。

今の現役の理事という立場でこういう話をしていいのかどうか分かりませんが、今、本学会にはソサイエティ

が5つあります。このソサイエティ制もある意味で、電子情報通信、もっと言えば通信を最適化しようという範囲ではうまく機能しています。通信ソサイエティとそのためのデバイスを検討するエレクトロニクスソサイエティがお互いにインタラクションすることで通信の性能がよくなるという構造になっていると思います。これから我々がチャレンジしていくところというのは、もう少し広い範囲を見ていかないといけない。そういう意味では、学会内外とのコラボレーションを、もっとダイナミックにできるような形にしていけることが非常に重要ではないかということを感じています。

普段我々が接している人以外にどれだけ電子情報通信学会の門戸を広げる、という表現よりは、一緒になっていくかということにチャレンジをしていくのが非常に重要ではないかと個人的には思っています。その辺のところを会長、副会長含め、現役の理事の皆さんと今いろいろ議論をさせて頂いています。

今日は名誉員の先生方が非常に大きな仕事をされた中で感じられていることをお話しされました。その中で、やはり次の社会を考えなければとか、人のことを考えなければというご指摘を頂きました。それを本当に学会として実現していくために、どんなことにこれから我々がチャレンジしていくべきか、ということについて、少しでも今日サジェスチョン頂ければいいなと思っております。

私自身は、申し訳ないのですが、所要で中座させていただかざるを得なく、議論に参加できませんが、普段学会について考えていることを述べさせていただきました。どうもありがとうございました。(拍手)

辻井：どうもありがとうございました。それでは、佐藤会長。

佐藤：現在、電子情報通信学会の会長を務めております佐藤でございます。こういう会長の役にありますと、なかなか100年先というのを考えることができませんで、100年先を考えていますと、次期会長と会長の任期2年の間で何もせずに終わりそうなので(笑)。

現状は、学会は当然のことながらいろんな課題を抱えています。今はこれを議論する時間ではないのでそれはやめますけれども、将来に向けていろいろな施策を進めています。今回、企画戦略室というのをつくって、それを江村さんに率いて頂いています。そういうことを含めていろいろやっているんですけれども、今日は100年先ということですので、もうちょっと普段あまり話さないことを述べてみたいと思います。

最初の1～2分でちょっと私のバックグラウンドを、ご存じの方はそれほどいいと思いますので、簡単に説明いたします。私は大学に移る前は通信キャリアの研究所におりまして、最初にやったメインの仕事は、現在の



佐藤健一氏

IP ネットワークの前身であります ATM, Asynchronous Transfer Mode という通信方式です。実はここで使っています基本的な Virtual Path という概念を最初に提案しまして、これは ITU で標準化されて、その後、世界で広く使われているものです。この Virtual Path を使ったシステムはリンクシステムと呼ばれており、国内のベンダーさんのリンクシステムの総出荷額は、ちょっと正確には言えないんですけども、数千億。キャリアサービスでそれに関する収入も極めて大きく、そういう技術に若い頃貢献できたことは非常に貴重な経験になっています。

ATM というのはご存知ない方も多いと思うんですけども、実はまだネットワークで使われています。数年前のリンクシステムの出荷額というのも聞いているんですけども。ATM はユーザが日常使うインターフェースのところに出てこないですから分かりにくいと思うのですが、非常に長い期間使われているシステムです。その後、この Virtual Path は、現在の IP の Multi-Protocol Label Switching の Label Switched Path に発展し、IP の世界でも広く使われています。

そのあと私は、光のネットワークの研究開発に移りまして、そこで波長を識別子としてルーティングする光のネットワークの研究を立ち上げ、やはりその概念も標準化されて、それをういたシステムは現在、ROADM というんですけども、国際的に広く導入されています。

これまでの仕事で感じたことは、ちょうど先週、アメリカで国際会議オプティカルファイバコミュニケーション、OFC という国際会議があるんですけども、そこに行っておりましたが、例えばそこで私のやってきた仕事の領域を説明するとき、ネットワークアーキテクトと言うと、アメリカでは自然に通じます。日本でネットワークアーキテクトなんて言うとか、それ何？ という感じになると思うんですけども。

こういうアーキテクチャーの分野は、別にネットワークに限らず、例えばシステム LSI なんかにしても、日本は強くない。ちょうど3年ぐらい前ですか、スタン

フォード大学の中村先生が、「日本におけるシステム LSI 事業の失敗」、これは学会誌に出ているのでお読みいただくと、そこでも強調されていることですが、日本は残念ながらデバイスや広くネットワーク、それからソフトウェアを含めて、アーキテクチャが非常に弱いと思います。

なぜ弱いのかということをお話しすると時間が足りませんのでやめますけれども、今後そういうところを強くしていかないと、日本の電子情報通信産業が世界を主導することがなかなか難しいのではないかと危惧しています。実はこれは教育の問題とも強く結び付いているので、そこら辺のところを含めて議論しないといけないと思っています。

それから産業とか現状のインターネット関連のところでは、昔とすごく変わってきていると思ったのは、ちょうど江村さんが似たようなことを先ほどおっしゃられたので、同じことを考えている人がいるなと思ったのですが、例えば、何年か前ですが、ある大学の先生にインターネットのバックグラウンドの学問は何ですかと聞かれました。ふっと考えたのですが答えられないわけです。別にこれはオペレーションズリサーチでもないし、情報理論でもないし、通信理論でもないですね。よくよく考えてみると、インターネットというのはある意味ではアーキテクチャーと技術の総体なわけです。

先ほど末松先生が述べられた、光ファイバ通信というのがそのバックグラウンドの一つとしてありますけれども、それから岩崎先生がおっしゃられたメモリです。それから、プロセッサ、それからいろいろなプロトコル技術。こういうものの総体で、それらの技術を融合して新しい価値を創りだしてきたのがインターネットだと思っています。

Google とか Amazon が出てきた当初、私はキャリアにいたせいもあるんですが、ついクリームスキミングというような簡単な言い方を。要するに、今まで営々と開発されてきた技術を基に新しいサービスを提供し、そこで大きな収益を上げているというふうに見えたこともありますが、実はそんなものではない。例えば Google, Facebook とかいろいろデータセンターの中の構成とかを見てみますと、全く新しいアーキテクチャーで、それを動かす新しいソフトウェアを入れて、既存のものを利用しながらそこに新しい技術と価値を創造しているということが分かります。

われわれは子どもの頃、機械というと何か歯車を思い浮かべたり、電気というとモータを思い浮かべたり。今はもうそれが全部情報通信と一体化してきています。例えばコネクテッドカーや、自動運転を取ってみてもそれはセンサ技術と制御技術の塊です。それからドローンにしても、Google や Facebook が Loon や Aquila というんですけど、飛行体を使った通信を開発していますが、色々な技術が融合されて、そこで新しい価値を生み出し

ていく。こういうことをやれる力というのはやっぱり、先ほどこっちと言いましたけれども、アーキテクチャ的なものの見方が非常に重要になってくると思っています。

今後はそういうことを、通信学会は、実はそれをやる土壌が一番あるんです。本当に電力、デバイス、ソフトウェア、それから各種基礎理論に至るまで全てを網羅しているのがこの学会なんです。さらに通信学会だけではなくて、他の学会とも協調しながら、分野を融合して新たな価値を生み出していくということが、今、非常に重要になってきていると思います。

ちょうど先週、名城大学で総合大会がありました。そこで、いろいろそういう方向をプロモートすることをプログラム作成の段階でお願いしたんですけども、例えばプレナリーセッションでは今年はトヨタ自動車の方にモビリティ関連技術、三菱重工業の方にロケット開発の話などを講演していただいているんですが、広い講堂に立ち見を含めて満席になっていました。

電子情報通信学会というのは、こういうふうに幅広い領域をカバーしていますから、それを生かして、そこに新しい価値を創造する活動を今後もどんどん続けていかなければいけないと思っています。大体10分ぐらいたちましたね。じゃあ、これで終わりにします。(拍手)

辻井：どうも。では、中沢副会長。

中沢：それでは、続きまして信学会の副会長を仰せつかっています中沢のほうから、簡単に私が考えていることをお話したいと思います。

最初に辻井先生からこういう会を催すので、3月の29日はいかがですかということでお話を頂きました。空いていますと言ったのですが、私は皆さんのほうの席に座っていればいいのかと思ったら、1,000字の文章とパワーポイントを1枚送ってくるようにということでした。皆さん大変忙しい時期なんですけれども、自分が今、電子情報通信学会の活動の中で一番大事だと思っていることをお話しできればと思ひまして、パワーポイン



中沢正隆氏

ト1枚にまとめました。

その図にあります、円のグラフみたいなものが4つあります。そこに記述されている OSA というのは光関係の米国の学会であります、世界で一番大きな光学会、Optical Society of America と言っています。それから、もう IEEE は皆さんご存じの、40万人を超す会員がいる学会です。以前、その2つの学会の役員をやっていたことがありまして、これらの学会で会計報告等を聞くと、信学会とか日本の学会の運営の仕方とは随分違うなということを感じたことがあります。それを図にしたのがこの図であります。

OSA というのを見ていただきますと、Member Fee というのが小さくて、Journal の Income と、あと Topical Meeting とか International Conference というところの水色の円ですが、これらが比較的大きいです。OSA の理事会で質問をしたことがありまして、Member Fee が少なくて学会は運営できるのかという話を質問したところ、Member Fee は少なくてもいいと。彼ら曰く、学会にはわれわれの持っている Journal, Topical Meeting, それから大きな国際会議、そこからの収益が非常に高いので、そんなには気にしていないんだよという返事が戻ってきました。

それから、IEEE のほうでも、確かに Member Fee というのは大変大きいと思います。何しろ会員が多いですから。でも、皆さんご存じのように、IEEE というのは素晴らしい Journal をたくさん持っていて、それから OSA 同様、国際会議あるいは Summer Topical Meeting というようなものをたくさん運営しています。ですから、そこからの収益のほうは圧倒的に大きいのです。極論をすると、Member Fee はなくても学会は成立するような感じの運営をされているんです。ですから、結構収益があって、その収益をいろんな他のところに、学会活動で足りないところに回して、自分の学会をさらに成熟させていくことができるんだと思います。

それで、下の方が IEICE、電子情報通信学会なんです、これは全体を俯瞰しているので何%というわけじゃないんですけども、Member Fee というのが非常に大きいです。今、電子情報通信学会にはそれなりの今までの資産があるわけですけども、徐々にそれを食い潰すような形になっていきますと、次の100年というのを見たときに、ちょっとおぼつかなくなると思えてきます。だから、早めに定常状態に持っていくか、あるいはもっと繁栄するような状況に持っていけないといけないんですが、私の目からみますと、Journal, Topical Meeting, International Conference からの収入は、欧米に比べると小さくて、Member Fee に頼るところが大きいのが現状です。

この状況を、やはり電子情報通信学会の会員の中でいろいろ話し合って、Journal の Income を増やす必要があると思います。それから、欧米に対してこんな面白い

ことが日本から提案できるという Topical Meeting を日本から欧米に向かって発信するとか、それに関係した国際会議を持つとか、われわれが主体的に動くということがすごく大事になってくるんだと思います。

その状況をまとめたものがこの1枚で、アメリカの学会は既に非常に著名な学会ですので、発展させることに對してのやり方も非常に高度なものを持っています。ですから、そういうところを見習うといいのではないかと、思っている次第です。

それから、お手元の配付資料の14ページ目のほうは、簡単に私が普段感じていることを箇条書きに書かせていただきました。批判的な言葉が載っていてちょっと気が引けるのですが、全体が3つに分けてありまして、まず最初に IEICE の場合は会費が中心の運営ですが、それだけでは学会としての有益な情報発信あるいは場の提供ということ、完璧にはできていないんじゃないかと思っています。独立採算制でソサイエティ制には移ってきているんですけども、まだ道半ばで、どのようなソサイエティ制が本当にいいのかというのはよく分かっていない状況だと思います。以前は IEEE のソサイエティ制度に学んだのかもしれないけれども、日本ならではのソサイエティ制度がどういうものですかということを、今後もしいろいろ議論をする必要があるんじゃないかと思っています。それから、活性化のために今持っている資金を一部ソサイエティに積極的に注入して、予算を使って頂いて、活発なソサイエティの活動をしてもらうということも重要なと思います。活性化して黒字になればやがて投資した費用は戻ってくるでしょう。

それで2番目は、じゃあ、Journal の Income とか会議の収入をどうやって上げていくかということですけども、学会はもうけてはいけないという考え方を中には持っている方がおられます。学会は、一般的には企業ではないので収益だけを追うというのは当然いけないわけですけども、ある程度の収益で黒字で運営しなければ学会はやがて潰れます。また、ある程度収益があれば、それを学会の足りないところに回せますので、儲けてはいけないというようなことはおかしいんじゃないかと、私個人としては思っています。

その下にいくつか書いてありまして、大事なものは、信学会を発展させる専属のマネジャーみたいな、目利きのできる Administrator みたいな人がやっぱりいないとまずいですね。そこが、電子情報通信学会と海外の学会とは違います。会長、副会長はいるんですが、その横にはマネジャーがいて、そのマネジャーがちゃんと収益と会計まで見て仕切っているわけです。そこのところを電子情報通信学会ももう少し踏み込んでやる必要があるかなと。

それから最後ですけども、「Journal や Topical Meeting が繁栄するために」ということで、羅列的に書いていたんですが、電子情報通信技術というのは、先ほどか

らいろいろな技術のお話を頂きましたが、発展すればするほど皆さんの身の周りになって、いわば空気みたいになってきています。電子情報通信学会の発展期の際には、やること全てが本当に新しく、夢があってということだったんですが、今でももちろん夢があるんですけども、空気のようになったときに新しい技術をどういうふうに進展させていくかということが大事になってきます。ディープラーニングとか、先ほどから AI の話とかが出てきていまして、そういったところが今、発展の土壌になっています。申し上げたいのは、電子情報通信技術というのがかなり皆さんの身の周りに入ってきているがために、空気みたいになってしまっているんですけども、新しい技術を見つけようとか発展させようとするの大変難しい。昔だったら簡単に見つかったものが、見つからなくなっている。けれども、その時代時代には必ず革新的なものがあるわけでありまして、そこを大事にしていく必要があるんじゃないかと。

最後に、我々はずっと自信を持って電子情報通信技術の開発をしていく必要があるんじゃないかと思っています。それは、IEEE のアジア地域はリージョン 10 と呼ばれていますが、今、電子情報通信学会で 100 周年を記念してマイルストーンを選んでいますが、IEEE にも有名なマイルストーンがあります。そのうち、リージョン 10 に現在 33 件ぐらいマイルストーンが認定されているのですが、1 件がインドで、あとの 32 件は全て日本の技術なんです。電子情報通信学会や電気学会等が中心になって、25 年以上経ったうえで世の中に貢献した技術が表彰されているわけです。これらは、日本が戦後つくってきた技術であり、われわれにはそういう土壌というか素質があるわけですから、そこを大事にしながら、自信をもって電子情報通信学会をどうやったらいい方向にいくのかを考えていけたらいいなと思っています。

「100 年後にも輝いている IEICE をみんなで育てよう」というタイトルにしたのはそういうことであります。以上です。(拍手)

辻井：それでは、石川理事からお願いします。

石川：調査理事をしております、石川です。私は去年、調査理事に就任したんですけども、入った時に、マイルストーン選定委員の幹事だからと、そういう仰せつかりました。マイルストーンの選定委員とは何かというと、100 年の生活、社会に影響を与えた偉業を選定する事業を行う委員だからということでした。

電子情報通信学会が設立されたのが 1917 年です。それで、この 1917 年ということのをイメージできずに、歴史をちょっと調べてみました。そうしたら、第一次世界大戦が終了したのが 1918 年。関東大震災が 1923 年と。そういう時代にこの学会は設立されたんだということ



石川悦子氏

で、ちょっと身震いをしたようなそんな記憶がございます。

その中で、今16名の選定委員の中でマイルストーンというのを選定してきております。その選定に際して参照したエビデンスというのをこちらの表に示させていただきましたが、この学会の業績賞。これは1963年以降のもので、2016年度までで293件ございます。もう一つが、いくつかあるんですけども、1982年以降に設定されました論文特別賞、これが35件。そして、1963年の業績賞が設立以前の偉業を評価するものとし功績賞を参照しました。功績賞が設立されたのは昭和11年からです。1936年から1963年までの48件、これを参照させて頂いております。

あと、学会外の著名な賞。これは、先ほどの辻井先生の方からありましたノーベル賞、朝日賞、大川賞等々の非常に著名な賞の受賞歴から参照させて頂いた889件ほどです。あと、16名のマイルストーンの選定委員からの委員推薦として出てきたものが179件。そして、一般公募をさせていただいて、応募頂いた182件。合計1,626件をエビデンスとして参照していきました。

この中から、重複しているものももちろん色々、種々ございます。その重複の整理、そして技術ごとの分類等々を行って、およそ250件ほどの偉業が選定されてきたというのが現在の状況になっています。

ここで私事なんですけれども、ちょっと振り返らせていただくと、私は主にこの功績賞を担当しました。1936年から1963年と、私が生まれる以前のそういったものを担当しました。いろいろ調べる中、無装荷ケーブルというのが1937年に松前先生から提案されたわけです。名古屋・大阪間、もしくは、海底の日満の重要な幹線をこの無装荷ケーブルで竣工したと、そういう歴史があります。

そうこう考えると、時代の流れなんだろうなというふうな気がするんです。1937年と申しますと戦前で、大陸への拡大路線を取っていた時代背景の中でこういう技術がでてきたんだろうというふうに思えます。その後、通信関係でいうとPCM通信が始まって、次の光通

信につながっていて、私が今携わっている光通信のバックグラウンドがここにあるということ、この偉業を調べる中で肌身に感じて分かることができました。

今日の名誉員の方々のお話を伺いまして、リストに名前が出ていらっしゃる方々ばかりなんですね、そのマイルストーンを選定する時に。今までは私は文字の世界だったんです。でも、今日話を伺って、ああ、そういう背景や思いがあったんだと知ることができた今日のこの座談会は私にとってもとても有益でした。

そうこうありますが、9月15日の記念式典には、このマイルストーンをまとめた冊子を皆さんにお配りするよう、今も鋭意努力しているところでございます。引き続きご協力のほど、お願いいたします。(拍手)

辻井：研究評価の在り方は本当に難しくて、安田名誉員の図にもありましたように、どの時点から振り返るかということもあります。例えば、吉田五郎さん。戦後まもなく電電公社、通研をつくられた人なんかは、やっぱりマッカーサー支配の下でなかなかどうも正当に評価されなかったということを喜安善市さんが75周年史に書いておられますけれども。要するに、周波数変調と同じくらい素晴らしい位相変調というのを考えたんだというようなこと。そういうのは、やっぱり75周年史から拾って入れるとか。そういう細かい作業もありますので、なかなか抜けなくやるというのは難しいと思っておりますので、ご協力頂きたいと思います。

最近の研究というのは、これはよくノーベル賞の大隅さんが言っておられますけれども、どうも最近、会計文化が強過ぎますね。切り分け文化なんです、会計文化というのは、なぜこの研究をやるのにこの本を買わなければいけないのかとか、そういうのがしょっちゅうきまして悩まされる。それからもう一つは、計画通り進んでいるかということなんです、計画通りにいく研究というのはそんなにいいことはないわけです。道路工事になっちゃいますから。

先ほどなぜか佐藤会長は省略しますと言われましたが、概念が弱いというのは(笑)。日本人は本当に概念構築が弱いのか。まあギリシャ哲学をつくったわけではないからそれほど強いと自慢はできないにしても、例えば井筒俊彦さんなんかは、20年前に亡くなった時に、新聞はあまり書かないんです。遠藤周作さんが不思議がっていましたけれども。海外ではかなり評価されているイスラム教、東洋思想の方です。なぜ日本では評価しないのかというのが不思議なんです。

それから、私の身近に教わった榎本先生なんかはサービス工学というのを、これは1985年ちょっと前ぐらいだと思うんですが、かなりサービス工学を海外でも説いて回っておられましたけれども。IBMが言いだしたのは10年後ぐらい後、1990年代です。

というようなことがあるので、むしろ概念構築能力が

ないというよりも、日本人同士が認め合わない。そういうことがあるんで、明治維新の後遺症かと書いたんですが。岩崎先生のスライドに関係があるのかも分かりません。

例えば甘利先生の本によりますと——間違ったら言ってください——甘利先生は、1967年IEEEに、確率降下学習法を発表されました。その当時はちょうどAIの波が沈んでいた時でもある。米国で11年後に誤差逆伝播法が出て、そちらの方が有名になったというのがあります。それからNHKの福島さんのネオコグニトロン。その2つというのはかなり基礎的な、それだから全部AIができるというわけではもちろんないんですけども、何か日本人同士の評価がちょっと足りないように思います。

もう一つは、境・笠原のペアリングという暗号分野では、4～5年前の国際会議、暗号の国際会議というのは年間10回はあります。いろんな国際会議があるんですが、そこで4割ぐらいがペアリングだという。それで、境・笠原さんが出したペアリングというのが、長い間、日本人の間でもあまり引用されなくて、ボネ・フランクリン、ボネ・フランクリンと言っていました。ヨーロッパでは割と持ち上げてくれて、最近は境・笠原というのが出ますけれども。そういうわけで、何となくあまり日本人同士評価しないような傾向がある。

それから、AIというのは、もちろんビッグデータと結びついて効果が出るんでしょうけれども、そういう意味では、4月5日に登壇していただきますけれども、今、NIIの所長をやっている喜連川さんに聞いたんですけども、ビッグデータということをお願いしたんですけども、あまりみんな乗っていかない。言葉として売れない。それで、情報爆発という言葉に言い換えて、それでプロジェクト研究をやらされました。そうしたら、そのうちアメリカでビッグデータ、ビッグデータと言いだしたというようなことがあって。もうちょっと日本人同士で評価し合えばいいのかなというのが1つ私の印象であります。

それから論文査読。甘利先生の資料にもありましたけれども、喜安善市先生のアドバイス。どうしても日本人というのは割と安全性というのか、そちらの方に重きを置いて、どうしても減点主義になる。暗号の分野なんかですと、数学的安全性を厳しく言い過ぎる。だから、アイデアが面白くてもボツになる。そういう傾向があるのかなと思います。

これから社会システムとして、非常に社会との連携が大きくなるというので、最近の話題の暗号通貨、ビットコイン。これなんかは本当に、私も40年公開鍵暗号をやっていました、これはすごいなと思いました。ブロックチェーンというか、分散処理型。これは通貨に革命を起こすだけではなくて、社会・経済構造を変えていくというような非常に大きな力がある。

野口悠紀雄さんをご存じですよ。この人は東京大学の理系から文転して大蔵省に入って、一橋の先生なんかをやっていた経済学者です。技術のことも分かれるんだらうけれどもブロックチェーン革命というんで、仮想通貨の技術が未来の主役になると。だから、いくらランプが保護主義だ何だといっても、これからは国境を越えてそうなるというように、社会変革をもたらす。そういうことがあります。

いずれにしても、技術だけではなくて、私はMELT-upと前から言っていましたが、Management, Ethics, Law, Technology。この4つを強連結、密結合させて三止揚を図る。自由の拡大と安全・安心とプライバシー保護の矛盾を乗り越えて高度均衡を図ることが大事なのではないか。

最近、2016年度からですけれども、JSTのRISTEXが人と情報のエコシステムというのを始めまして、研究に応募する側としては、大変難しい。技術開発ではないと。どうやって人と情報を仲よくさせるか、領域統括の国領さんはELSと言っていますが。Ethics, Law, Social. Ethicsといっても、単に倫理だけじゃなくて、人間行動論とか情報セキュリティ心理学とか、いろいろそういうものも入るわけです。

いずれにしても、これから例えば法令工学。北陸先端技術大学院大学でおとしの3月まで学長をやっていた片山さんがプロジェクトリーダーで、COEでやりましたけれども、この法律というものを論理学の立場からきちんとやっていくとか。あるいはデジタルフォレンジック、情報証拠というものです。これをちゃんとやりましょうというので今やっていますけれども。これは技術と法律と監査、こういったものを連携。そういう社会的な連携というのは非常にこれから大事になっていくだろうと思います。

それで、ちょっと岩崎先生のさっきの途中になりましたが、最後の大変面白そうなお話を。

岩崎：先に述べた「技術革新の40年則」の40年周期は、近代日本の転機としてもしばしば表れています。私の独断もありますが、その転機とそれが生み出した社会環境をまとめたのがこの表です。この周期は、社会がある一定の方向、価値観を保っている期間と言ってよいでしょう。

大政奉還からの40年を考えると、西洋文明に傾倒し、それを理解して実行する集団がおりました。その結果が、日本海海戦の輝かしい勝利を生んだわけです。

しかし、その後の太平洋戦争の敗戦に至る40年は、明治時代の人々の努力を無にする残念な歩みでした。歴史を振り返れば、欧米諸国の植民地主義を、一歩遅れて追従した結果だったと私は考えています。

敗戦後の40年では、欧米の個人主義に傾倒して、クオリティ・オブ・ライフ（QoL）こそが真理と信じて仕

事をしています。その結果、1985年頃には技術・経済大国と言われる成長を実現しました。ここで、経済の前に技術が付いていることに大きな意味があります。それは技術の発達によって、新たな社会をつくれる国になったことを示しています。

科学技術の進歩がクオリティ・オブ・ライフではなく、クオリティ・オブ・ソサイエティ（QoS）を目指して仕事をする社会を生み出したということです。現在の情報通信革命、とりわけビッグデータなどはその動機となっているように思われます。

次の40年周期は2025年になります。その転機は未完としましたが、その内容はこれまでの社会環境の流れから、当然QoSに続く文明を持つべきものと考えられます。

ビッグデータという考え方は、いろいろな現象に平等な価値を認めるもので、日本人に適した思考形式だと思います。IoT（物のインターネット）を駆使して合理的な社会を作り上げれば、日本の社会が世界の規範となるのも、あながち夢ではないと思われま

辻井：40年周期で上がって下がって上がって、上がったのが85年。今はちょっと下り坂で、ここから上げられるかどうかというところなんでしょうけれども。

岩崎：上がって下がるんじゃないくて、これからも上がりますよということです。私は、今までの日本の体験は上がって下がったんだと。それは、残念な40年があったためだということです。

辻井：私は日本の活力ということで、女・高・外・ポストク、AIロボットと言っているのですが、まず女性についてですね。今、ここは会員3万人です。女性会員はどのくらいいると思いますか。知っている人はいますか。20年前、私が会長をやっている頃に聞いたら、土井さんと荒川さんだけですと言うので（笑）。そんなはずはないだろうというので確かめたら、800人いたんです。それで、昨日この事務局に聞いたところ、10年前が900人です。それで昨年度、2016年度は1,300人。つまり、この10年間で約1.5倍に増えているのです。3万人のうちですから、まあ4.5%ぐらいですか。でも、3%から4.5%に増えているんです。これは大変日本にとって頼もしい。今、理事さんも、石川理事をはじめ理事さん、4人いますね、確か。そういうわけで、女性の活躍というのは大変結構なこと。

それから、やっぱりこれからは高齢者です。数名の高齢者が私の仲間にあります。例えばNECソフトで取締役をやっていた人が、78歳で、この2年間で6回ぐらい国際会議で論文を書いている。それから、さっき言った片山さんが77歳です。それから、白鳥先生、ご存じだと思うんですが、情報処理学会の会長もやっていました

けれども、70歳です。それからあと、東芝の情報セキュリティセンター長をやっていた人とか。要するに65歳を過ぎてやりたい人は増えていると思うんです。

それからもう一つは、若い人はもちろん元気がいいし、どんどん成果を出すのは当たり前ですけども、年を取ったら駄目かという、エネルギーは減ってくるけれども、いろんな総合的な力というのが増えてきますから、ある脳科学者の説によれば70歳が概念構築能力はピークであるという話もあります。

それからポストクです。ポストクが1万7,000人います。これを養うのに私も苦労しているわけですが、これをもっと活用しないといけないということがあります。それで、先ほどちょっと出ていましたのに関連しますが、中沢副会長の紙のほう、お手元の資料の14ページにありますが、目利きのできるAdministratorとか、学会を発展させる専属のマネジャーの重要性、組織を動かす技術職員の雇用充実、経営担当理事（財務）権限の拡大というようなのが、これは非常に大事だろうと思うんです。こういうところについて、何か皆さんのご意見を頂ければと思いますけれども。

というのは、今言いました高齢者で65歳以上で、取りあえず年金で暮らせると。やりたいことはいっぱいあると。そういう人にボランタリーでやってもらう（笑）。つまり、学会もそんなにお金があるわけじゃないんで。そういう人は結構多いと思うんです。私、つくづく今度思ったのは、今やっているこの、石川さんはじめ苦労している16人で100年間の偉業を、この広い分野全部調べるといのはえらい苦勞で、16人の現役の方がやっているわけです。会社の仕事と一緒に。もう大変な負担なんです。少し65歳以上の人でちょっと暇になった人に、視野は広いし学会の経験もあるし、そういう人にちょっと手伝ってもらうとよかったんだろうなというふうに思っているんです。

特にここに書いてある、中沢副会長のこの4項目です。こういうのというのは、かなり65歳以上の人に手伝ってもらおうと。要するに、お金もそれは年金だけじゃ暮らせないのもあるけれども、場なんです。働き場。これを求めている65歳以上の方は結構多いと思うんです。例えば大学でいうと、つなぐ人です。何をつなぐかというと、研究者と、それからさっき言った会計文化がうるさい。事務のほうはそっちになっちゃっている。その間をつなぐ人です。こういうのは結構、中央大学では2人ぐらい専門に、ある程度技術も分かり事務も分かる人を雇っています。立命館大学なんか10人雇っているといひます、そういう人を。それで競争的資源を持つてくるという、いいか悪いか分かんないけれども、そういう時代になっているわけです。いずれにしても、学会でもこういう中間的な人というのか、こういう人を高齢者を活用するというのがひとつあるんじゃないかなと、これを読んでいて思いました。

ちょっと私ばかりしゃべって申し訳ないんで、どうぞ意見がありましたら。こういった問題、あるいはこれからの研究の在り方ですね。学会と研究の在り方、あるいは人材育成の在り方。そういうことでちょっと自由にご意見を頂ければと思います。

甘利：私も高齢者ですけども、高齢者は楽しんでやる気になればまだまだ何でもできるんです。研究に限ったって、やっぱり 30、40 ピークです。だから、その人が 100 の力だとすれば、70 になったって、まあ 75 から 80 はできるんです。だから、自分のピークと比べて格段に落ちていったって、半分になっているということはないと。

ただ、問題なのは、そういう人を偉い偉いといっておだてちゃったりしたら問題なんで、やっぱり一兵卒として。だから、趣味として。

時間はかかっていいですよ。時間は、やっぱり 40、50 の人は忙しくてかわいそうです。だけど、70 の人は暇で暇で、ゆっくりとできる。だから、ゆっくりと、じっくりとやってもらっていい。それで、その人にいわゆる権力を与えたら駄目なんです。放っておいても、あの人偉いんだ偉いんだというふうになっちゃうから、全く権力を与えない。金もあまり要らないだろうと。それで自由にやって、もっともっと働いてもらったほうがいいんだと思うんです。

辻井：安西先生もいろいろ学術振興会等々でご活躍ですけども、何かあれば。

安西：シニアの活用ということについては、私は中央教育審議会の会長をやっておりましたが、今、小学校から高校の学習指導要領が変わろうとしています。小学校にプログラミング教育を入れると。いいか悪いか、どのように教育するかについてはいろいろ議論がありますが、小学校の学びが変わっていくのは 2020 年度からになります。高校 3 年まで全部変わるのは 2024 年度であります。特に高等学校の数学、理科、情報関係の科目の中身も、かなり変わっていくと思います。それから、大学入試については 2020 年の入試からセンター入試が変わります。これについては相当の議論を重ねてきたのですが、その情報が学会にあまり伝わっていないような気がします。

申し上げたいのは、そういうふうに変化の中身が変わっていったときに、特に数学・理科・情報などの教科科目について支援をしてくださる方々がどうしても必要になりまして。特にソフトウェア、コンピュータアーキテクチャ、通信ネットワーク、ロボティクス、もちろん電子回路、電子材料など、そういう分野が分かる方が学校の先生をサポートして、それで子どもたち、生徒たちにそういった分野の面白さと、それから基礎的な知識を

学ぶ、その支援をほぼボランティアでやっていただけないかということです。関係者の間ではすでに議論されているのですが、どうしても情報教育や理科教育の関係者のほうに話がいつてしまって、先端の電子情報通信をやってこられた方々のほうに話がなかなか伝わらないのです。そのコミュニケーションギャップがかなりありまして、理数系・情報系の教育は日本全国の問題で、相当大きな話なので、申し上げておければと思います。

辻井：佐藤会長はじめ、よろしくお願ひしたいと思ひますけれども。江村企画戦略室長も、帰られちゃいましたけれども、よろしくお願ひします。

何かありますか。

中沢：先ほど IEEE の話をしました。IEEE には、既に退職した方で有能な方が、その中でボランティア的にいろんな活動している組織があります。その中に、LMAG、ライフ・メンバ・アフィニティー・グループというのがあります。今日、青山先生が来ておられれば。おられますか。青山先生にお話をしてもらえばいいと思うんですが。要するにライフメンバとって、もう既に退職した人がボランティアで、若い技術者と企業を結び付けたり、自分たちが学んできたものを若い人にフィードバックするようなことを、IEEE は率先してやっているんです。ですから、電子情報通信学会も、もっとそういうことをやったらいいと思うんです。有能な人も退職するとおとなしくするのが日本の文化みたいですが、そこら辺はちょっと変えていかないといいと思うんです。

今は 75 歳ぐらいから高齢者と呼ぶのでしょうか、それまではお元気であれば無理をせず働いていただいてもいい時代になりつつあると思います。退職して 10 年ぐらいは興味があればボランティア的なところ、それから自分が最先端でやってきた時の経験を若い人に伝えていただくことも学会を支えるうえで重要であると思います。

私がしゃべるよりも、青山先生に。

辻井：青山さん、どうぞ。

青山：どうもすみません。86 代の会長をやらせていただきました、青山でございます。昨年末まで IEEE の日本の全体を取りまとめる Japan Council というところのチェアをやっておりまして、どっぷり漬かっておりまして。実は今日も上で IEEE の東京セクションの会合をやって、そこを抜け出してきたんですけれども。

私は電子情報通信学会もどっぷり漬かり、IEEE もどっぷり漬かって感じることは、本当に電子情報通信学会の危機というのは、本当に厳しいというふう思うんです。皆さんが考えている以上に、電子情報通信学会の

置かれた立場というのは非常に厳しいと。100年後本当にあるんですかということで、そんなに余裕はないと思うんです。

いろいろ日本人の IEEE の会員で議論をしていると、もう通信学会なんて要らないと。IEEE でいいじゃないかという人も結構いるんです。私は決してそう思いません。これはもう、電子情報通信学会もぜひ頑張っていたいて、これはまた IEEE とは違う役割を果たせると思っているんです。

ただ、IEEE は本当に世界の知恵が集まっておりますから、いろんなアイデアでいろんなことをやっておりますけれども、IEEE 自体も厳しいんです。もう米国会員はどんどん減っている。増えているのはインド、中国、そういうところだけであります。従って、非常に危機感がある。シリコンバレーの Apple、Google、Facebook、そういうところの若い連中が IEEE の会員ですか？ いらない。これで本当に今後 10 年、20 年。

この間、産業技術総合研究所の AI の研究所がお台場にできました。そこに IEEE の会長が。要するに IEEE というのは、産業界にどう貢献したのか。大学に貢献するのはいいんだけど、産業界にどう貢献するのかというのを聞きたいといって、ドイツだ、日本だ、そういうところを会長が何人も引き連れて回ってきて。その一環として、産総研の AI のところに行っているいろんな議論をしたんです。それで、そこの所長さんが言われたのは、AI をやっている研究者で IEEE の会員はいませんよと。こう言って、もう会長がびっくりしたんですね。そういう状況なんです。IEEE もうかうかしていると、Google だ、Apple だ、何だかんだ、それから AI の連中、それは IEEE の会員じゃないんです。

そういうこともあって、IEEE 自体も非常に危機感を持っていろいろやっていると。その中で、先ほどの LMAG の話でもでしたし、今後、企業の論文を書かない、プラクティショナーと言っておりますけれども、そういう人たちにどういう学会というのは貢献をするのか。情報なんていくらでももうインターネットで入ってくるし、展示会に行けば最新の情報がいっぱいあって、デモも見られると。学会なんか要らないじゃないかと思っちゃうわけです。それは IEEE も同じなんです。

そういうことで、学会自体の考え方をドラスティックに変えて、それで電子情報通信学会は電子情報通信学会としてぜひ生き残り、かつ、発展していただきたいと。ちょっと抽象的ですけども、そういうことをぜひお願いしたいと思います。

岩崎：辻井さん、僕の意見。

辻井：はい、どうぞ。

岩崎：先ほど、1985 年は技術経済大国だった。2025 年

は未完であるという話をしました。それは多分、2025 年まではビッグデータの時代だろうと、恐らく。それは、QOS の時代である。そういう内容を持っている。

そういうことで、私はビッグデータというのは、考えてみると、データがたくさんある。それで IoT になると。それは、日本人が今までやってきた仕事で、八百万の神という言葉、一神教じゃないんだと。いろんなものの価値観を認めている。そういう人間の社会が日本なんだということです。

ですから、恐らく IoT は、日本人がやれば、日本の今までのそういうものの考え方に沿ったものをつくり出すであろうと。今までの 1985 年の時の技術だけじゃなくて、もっと内容の深いものをつくり出すに違いない。そういうことで、2025 年は決して悲観するものじゃなくて、むしろ新しい日本の技術経済大国ができ上がるんだというふうに僕は考えている。

日本人の考え方は、司馬遼太郎さんの話に出てきますけれども、一神教ではないということに価値がある。いろんなものに価値を認めている。そういう考え方で見直せば、物のつくり方そのものが変わっていくだろう。新しいものづくりの社会ができるんじゃないですか。

そういうことで、40 年ごとに上がったり下がったりじゃなくて、次の 40 年も上げる目標ができるんじゃないですか。IEEE だけの考え方じゃない、日本人の考え方の電子情報通信学会があっていい。僕が今考えていることはそのことであります。

僕も最初は、上がって下がるのかと大変悲観したんです。しかし、それは違うということを最近思うようになりました。僕の言いたいことはそこであります。

技術の 40 年則に関しては、全く正しい原則だと僕は思っております。それを社会に適用すれば、そういう考え方も出るということです。

辻井：話が非常に広がりますけれども、クオリティ・オブ・ライフ。つまり個人主義から、何て言うんでしょうね。社会共存主義っていうんで、社会主義じゃありませんけれども。ネットワーク社会というのは本来そういうものです。近江商人的な、売り手よし、買い手よし、世間よし。私はこれをいつも言い換えて、今、近江商人なら何て言うか。送り手よし、受け手よし、ネットよし。これをなぜやらないんだと。S/MIME の話をしているんですけども。S/MIME をちゃんとやれば、標的型攻撃は激減します。いろいろな理由があるのは分かります。細かい理由が。それをみんながやろうとすれば、やれるんです。なぜやらないのかと。長い箸しかない時どうしますか。自分の口に入らない時どうしますか。相手の口に入れる、お互いに入れ合うということをやれば。総務省の元偉い人もお二人おられますけれども(笑)。総務省の偉い人にも言ったり、それからいろいろ業界の方にも言っていますが。ですけど、やっぱり社会

のためを思ってやる。新聞に書きましたら、早速、防衛省の幹部など7名すっ飛んでこられまして、このS/MIMEをぜひやると。それは、ただし防衛産業の中ですけれども。

だから、社会全体で、社会というものの全体を考えてやるという精神を持つというのは、これはものすごく大事だと思っていまして、おっしゃる意味は分かるんですけどもね。太平洋戦争の話もでてきましたけれども、何か安田先生はこの辺、ご意見がありましたら。

安田：先ほどの人材の利用の件ですが、安倍内閣は経済の再生ということで3本柱を立てて、第1、第2は実行しているわけですが、第3がうまくいかない。

結局これは、要するに国内で何かやろうとすると必ず反対が出る。改革というのは、必ず反対が出てくる。その反対に打ち勝つだけの覚悟と実行力がないと駄目なんです。それができないということで、これは一番大きな問題だと思うんです。日本人に一番欠けていることは、つまり決断力というかな。その決断力がある人も最近はいろいろ出てきております。女性なんかに。だから、そういう方を頼むというのも一つの手だと思うんですが。

学会とはちょっと離れますけれども、私は前から言っているのは、一つの考え方として、小中学校の先生を、今の正規の先生を4分の1にして、残りの4分の3を先ほどから話があった高齢者。65から75までのやる気のある、それで日教組に入っていなかったような人。そういうちゃんとした人を集めて教育をします。要するに今の学級崩壊とかいろいろ起こしているのは、みんな若い先生ですよ。若い先生が子どもの扱い方を知らないわけだ。

だから、若い人は小中学校の先生に向かない。むしろ、65以上の社会経験を積んだ高齢者のほうがずっとうまく教育ができるだろうと私は思う。なぜそれを使わないだろうと。そして、そういう高齢者はせいぜい、まあ、ただというわけではなくて、100万円も1年に出してあげれば、ボランティアとしてやってくれるだろうと思うわけです。

そうしますと、平均で学校の先生というのはいくらもらっているのか知らんけど、何百万かもらっているわけね。1年に例えば平均500万もらっているとすれば、1人400万円浮くわけだ。400万円、だから4分の3が浮くわけです。その浮いた費用は、例えばその他の介護の人材とかそういったものの給料を上げたり、それを増やしたりというようなことに使うということにどうしてやらないだろうと。前々から思っているんだけど、どうしても政府がそういうことを、多分いろんな官庁が絡んで反対が出るんじゃないかなと。この程度のアイデアは当然持っているだろうと思うんですけども。そういうことでございます。

辻井：じゃあ、長尾先生、どうぞ。

長尾：ずいぶん前から企業なんかは分社化して、その上にホールディングスの機構を設けてやっているわけで。それはなぜかという、分社化することによって効率も上げるし、活性化もすると。そういうことに狙いを定めてやっているわけです。

電子情報通信学会は、ですからそれをソサイエティ制にして、それぞれの分野にしっかりしたことをやるということになっているのですけれども、ソサイエティがちょっと硬直化しているといえますか。つまり、会員として集まってくる人たちは最先端の技術を開発したいし、そのために切磋琢磨したいし、あるいは、それほどポジティブでない人でも、その活動のグループに入れば最新のノウハウが得られるから会員になるんだと。そういうことで活性度を保っているんじゃないかと思うんですが、現在のソサイエティがそういうホットな話題、ホットな領域に常に焦点を当てて自己改革をしていく、そういう努力をもっともっとする必要があるんじゃないかというのが一つです。

それからもう一つは、日本には類似の学会がものすごくたくさんあるわけです。例えば私の分野でいいますと、言語情報処理とか音声情報処理とかいろいろやっています。画像処理もやっていますけれども、電子情報通信学会の中にもそういう研究会がある他に、例えば情報処理学会にもそういうのがたくさんある。それから、言語処理学会というのを20年前だったかにつくりましたのですけれども、言語情報処理の学会というのは、はじめ600人ぐらいでスタートしたのが、今は1,000人を超えてどんどん増えている。言語情報処理に関する国際学会というのを私が30年前でしたか、つくりました。それでヨーロッパ、アメリカ、アジアというところでランチをつくって国際会議を2年ごとにやっているのですが、去年暮れに大阪で機械翻訳に関する世界大会というのをやりました。過去20年か30年かに比べて最大の人数が集まりました。千何百人世界中の人がやってきましたけれども。

電子情報通信学会は2～3万のオーダーの会員でいろいろやっている。それは巨大で大変いいんですけども、やはり最先端のいろんな技術を競う、あるいは議論するということになると、何万人というよりは千人のオーダーで切磋琢磨するというのが、研究者の規模として適正な規模ではないかと思ったりしております。

ですから、産業分野、あるいはいろんな分野を発展させていくためには、研究費をつぎ込んで徹底的に研究するとともに、やっぱり裾野を広げていく。その分野の人材をなるべくたくさんつくっていく。そうすることによって、優れた人材がどんどん出てくるということで、初めは私が言語情報処理なんかは細々とやっていたのですけれども、これでは駄目で、研究者人口を増やそうと

思って相当な努力を続けてきました結果、言語処理学会に入っている人たちだけでも少なくとも千何百人になりました。その他に企業なんかで、学会には入っていないけれども、言語情報処理をやっているという人は非常にたくさんできておりますので、何千人かの規模でやっているんじゃないかと思います。

人工知能もこれからそういうふうになることは間違いないと思いますが、そういう意味で、ソサイエティ制を取っているのは大変いいかと思いますが、そのソサイエティが常に最先端の分野に目を向けて、そこにフォーカスしながらやっていく。

あるいは、電子情報通信学会は歴史もあるし巨大ですから、画像処理学会とか言語情報処理学会とか何とか学会とかというのを統合して、そのホールディングスみたいな役目をするようなことも考えてもいいんじゃないかと思います。

といいますのは、私なんかでも他の人でも、言語処理学会にも会費を出す、通信学会にも会費を出す、何とか学会にも会費を出すというので、もう若い人なんかは会費をあちこちの学会に出すだけの余裕は全くないわけです。だから、どれか一つの本当に自分に身近な学会にだけ会費を出す。ということになると、通信学会に入らずにこっちの学会に入ろうとか、そういうことになっちゃうのです。そういうことに関しても、伝統と歴史を持っているこの電子情報通信学会が、関連学会との間でどういうふうな関係性を持って今後進んでいくのが日本にとって健全であるかということをやっぱり考えて、話し掛けていくという努力もしていただくといいんじゃないかと思います。

辻井：末松先生、いかがですか。

末松：いくつかあるのですが、最も大切なことの一つは、大学や研究所の研究に関することで、自分の発意と責任でテーマを考えて行う自発研究、あるいは基礎研究といわれる研究を、国を挙げてもっと支援する必要があります。もちろん、政策研究と言われている現在の社会で解決を迫られている問題の研究も大切ですから、例えば自発研究と政策研究とを別な範疇に分けて、各々を同額くらいの予算で支援する。その場合、自発研究は将来の課題となりやすいので、個々の課題の成功の確率は低いのですが、例えば数少ない課題と言えども成功すれば世の中を変えるような大きな成果が生み出される可能性がある。したがって、政策研究では評価を短期的にぎりぎり行なうのに反して、自発研究の評価は長期的視野でゆったりと行なう。こうして、2種類の異なる範疇の研究を並んで推進して頂くのが大事ではないかと思うのです。

先ほど山崎さんによる研究支援の例を出しましたが、山崎さんがなぜ支援されたかを私なりに考えてみます

と、山崎社長は加藤与五郎と武井武の両先生により発明されたフェライトを開発して、戦前に TDK で完成させたわけです。ところが、終戦直後に TDK の経営が悪くなったので、フェライトの所有権をフィリップスに売って企業再建に当てたのです。それでフィリップス側でノーベル賞をもらってしまったので、山崎さんは憤慨なさって、日本の面白そうな研究にはいくらかでも支援するという気になられたのではなかったかと勝手に拝察しております。

もう一つは、先ほど定年の年齢の話がありましたが、戦後の 60 歳定年が始まった時、平均寿命は 55 歳でした。今、女性の平均寿命は 85 歳。それを考えますと、単純な比較は危険ですがあえて言えば 90 歳ぐらいが、当時の考え方の定年に匹敵します。それはちょっと極端だとしても、健康ライフというのがありますから、80 歳くらいという年齢に相当します。ただ、若い人と同じ勤務ではなくて、週 2、3 日という柔軟な労働参加が必要ではないかと思います。特に学会の支援についてはそういう柔軟性が必要だろうと。

それから、本学会は現に設置されている社会の環境をよくする任務がある。まず、第一は国をもっと意識したい。われわれは国を基盤にして生きている。教育もそうだし、医療的な支援もそうだし、もちろん研究も。最近よく言われている健全な社会は、共生というのですか、共に生きるという意識で保たれている。これは国の基本ですね。

もう一つは、豊かになるということ、富を得ようということをおおらかに主張したい。それから第 3 は、やはり変わらなきゃ駄目よ、絶え間ない革新が必要だと主張する。世の中が変わって、そこに活力が得られ、そこから豊かさがえられるのではないかと。

この 3 つをはっきりみんなで認識して、その中に大きく位置付けられているのは、共に生きようじゃないかということだと思うのです。さきほど、岩崎先生も言っておられました。

そういうことで、われわれは今どういう環境で生活しているかということをもうちょっとフランクに、率直に現状について言い及ばないと、このままでいくと危険ではないかという気がします。

それから、本学会の役割に関連して、クリントン大統領が電話は非常に大切に、手軽に利用できて、利用する人を平等にする社会の重要な機能だと言っています。本学会は社会に不可欠な重要な機能の研究開発をやっている。これから 100 年間を経ても絶えることのない非常に重要な社会基盤ですね。そこは、大いに認識を深めて、会員の皆さんが頑張って励まれるに値する技術分野だと主張して頂きたい。

特に、2007 年頃にスマートフォンが広まり、携帯端末がインターネットにつながって利便性が拡大されたという出来事があり、今のような大変な携帯端末ブームが

起こっているわけです。この新しい時代の環境で育った若い人とわれわれとは、もう違うのです。だから、先ほど言いましたように、自発研究において新感覚の若い人たちが考えて研究することを、われわれは支援をする必要があると思います。大いに若い人の研究を助長すべしと。

実は、蓑毛事務局長にお願いして、各ソサイエティに100周年記念に際して要望があればアンケートを依頼しました。ソサイエティからの要望の一つに、先ほど先生が言っておられた新しいソサイエティを生み出せるような学会にしてほしいという要請がありました。先ほど中沢先生が言っておられたと同じ内容です。これは非常に重要なことだと思います。先ほどのスマートフォン時代の若い人に活躍してもらうという例を取りましても、新しいソサイエティをつくれる学会にして頂きたいと思っています。

それからもう一つ、さきほどの学会へのボランティア活動について。そろそろわれわれも、もう平均寿命を越しましたから、平均寿命が定年ですと言ってもいい年代なんですけれども。そういう70代ぐらいの人が大いに出てきて学会活動を手伝っていただけるような雰囲気づくりをお願いしたい。ボランティアの人たちが大いに学会に貢献できる雰囲気を佐藤会長をはじめ関係者の皆さんでつくっていただきたいのです。

アメリカなんかでもやっぱり、先ほどのOSAが、Optical Society of Americaなんか盛んにやっています。リタイアした人が学会の世話をする。ぜひボランティア活動をお願いしたい。

それからもう一つ、私が学会誌にお願いしたいのは、未来の面白いコンセプトを1ページぐらいでさっとまとめるという、そういう会誌にできないでしょうか。非常に難しい近未来のことが非常に緻密に解説をされています。それも大事かもしれないけれども、もっと大事なのは、未来にこういうことが起こるのではないかという事項を、簡潔に分かりやすい表現で伝えていく会誌の努力が要るのではないのでしょうか。

もう一つ最後に、これはずっと若い頃から言ってきたのですが、先ほど学会間の連携という話があり、5学会の連携が現実に行われています。もっと連携を強くしたい。合併と言うと難しいということになりますので、例えば傘学会ぐらいのことでいいのではないのでしょうか。

やはり学会サービスをよくするには、金と、それから人が要ります。大勢の人数というのが。ですから、もっと連携について佐藤会長さんはじめ皆様方で積極的にお進め頂きたいとお願いします。大変長々とお話ししました。

辻井：安西先生、どうぞ。

安西：今、学会のこととか、それから人間社会の問題で

すね。そういうことが話題になっておりまして、みんなそのとおりなのですが、人間や社会についての研究と密接に関わりながらやってきた身といたしましては、やはりそれぞれの分野に、社会科学や人文学等々も含めて、プロの人たちもいますし、教育現場は教育現場で努力もしているわけです。そういう人たちとの関わりがもっとあっていいのではないかという気がいたします。

その中で、やはり学会関係者としてやれることは、技術開発、研究が主だと思います。研究開発が主だと思いますけれども、社会あるいは人間に関わる情報のセンシングですね、それをいかにしてやれるかというのは非常に大きなテーマになる、というかすでにになっています。それをビッグデータとして分析処理して、それをイノベーションに役立てていくというのは、当然の大きな流れになっているわけですが、さきほどお話しした人間を含むアクティブなシステムという面から見ても、そこに本格的に踏み込んでいようにはなかなか見えにくいところがあります。

例えば、人間の関わるシステム、社会に埋め込まれたシステムを考えるときには、情動の問題、エモーションをどう扱うかが重要な課題になります。人のエモーションをどうやってセンシングするかというのは、一見できそうに見えます。しかし、生理学的なデータは取れますけれども、実は情動のいろいろな用語の定義さえはっきりしていないのです。例えば楽しいというのはどういうことなのかということは、実ははっきりしていないわけです。

そういう中で、情動に関する情報を取得する技術、それからそれを使う技術ということをやっているとしたときの課題はたくさんありまして、それには人文学、社会科学で情動の問題がどういうふうに今まで研究されてきたかということは、これは基本的に知っているべきことです。そういうことで他の領域と連携していくということが、今申し上げたのは一つの例ですが、たくさんありまして、これから学会のやるべきことは多々あるように見えます。

今申し上げたことができていくと、これは応用としても、今は例えば農業でもそうだし、金融でもそうですし、いろいろなところで情報通信技術が求められておりまして、特に、どんなデータを取ればよいかをどうやって決めるか、技術的に従来は取れなかったデータをどうすれば取れるか、データをどのようにして蓄積して、どうやって役立てていけるかということが大きいわけです。そういうときに役立つ考え方や技術を学会側から提供していけば、大企業だけではなく、むしろスタートアップ企業に関わっている若い人たちとか、多くの人たちが興味を持つに違いないのです。

そういうふうと考えていくと、やることは多々あります。さっき青山先生が、どうかなってしまうと言ってお

られましたけれども、社会の側がこれからの時代に本当には何を求めているかということ、今申し上げたことが一つの例ですけれども、それを念頭に置いた自発的研究ということが大切だと思います。そのことを学会のソサイエティとかいろいろなところでアピールしていただければ、興味を持つ人は必ずたくさん出てくると思います。特に、志ある若い人たちが何に関心を持っているか。AI系も含めてスタートアップ企業などの人たちが何に関心を持っているかということについて、かなりギャップがあるように感じられます。

教育の問題も今、ITをどうやって教育の基盤の一つにするかというのは世界的にもたいへん大きな課題なのですが、そこに関心を持っておられる学会の方は非常に少ないような気がするのです。今、日本の教育は本当に大きく変わろうとしています。2020年代の半ばあたりまでの10年で。その変わり方についてご存じの学会の方はとても少ないように思うのです。学会が担っている基幹的な技術をそこにどう生かせるかということについては、たいへん魅力的なテーマがたくさんあるだけでなく、日本の将来にとってたいへん大事なことなのです。

人間が関与するシステム、社会に埋め込まれたシステムに関する課題は、申し上げた以外にも多々ありますので、他のいろいろな分野の専門家と膝を突き合わせて本音の議論をしていただくことが大事なことなのではないでしょうか。

辻井：どうもありがとうございました。会場のほうから何かご質問とか。例えば元総務省技術総括審議官の久保田さんとか、その後ろにもおられますけれども、何かありませんか。学会に対するお役所からの要望というような（笑）。

よろしいですか。それでは、何か最後に一言ちょっと言い足りないということがありましたら、どなたか。

それでは、ちょっと私が書いたのが文書で最後にお配りした資料の後ろに書いてあって。先ほどから石川理事からも報告がありましたけれども、なかなか偉業というものを整理するというのは大変難しいので。例えば古賀先生の水晶なんていうのはあれだけ戦前にもう、なんで日本はこんなに発振周波数が安定したんだと。温度によって変わらない、そういう問い合わせがあったぐらいの業績です。これがついこの間、IEEEマイルストーンで登録されたわけですが。

そういうわけで、ちょっとIEEEとはまた違うんですけれども、こちらでやっているのは。もっと細かく過去100年間を整理しているということで、その整理のし方につきましているいろいろ書きましたので、何かご意見等ありましたら。ちょっと説明は省略いたしますけれども、メール等を学会のほうにでも頂ければと思います。

それでは、最後に佐藤会長からちょっとまとめの発言をお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

佐藤：急にまとめと言われましても大変難しいんですけども、先ほど学会の運営の話がだいぶ出ていたんで、ファクトベースでというか、皆さんに認識していただければということ、ちょっとお話しします。

まず、ボランティアの話が出ていました。それで、ボランティアを末松先生等、もっと活用してとか、それから甘利先生も、楽しんでやるように、ただし権力は持たせてはいけないというのは、全く賛成です。これはすごく大事ですね。ただ、これと学会の運営というか、財務というのは必ずしもリンクしない。

IEEEとか、さきほどのOSAとか、海外の学会の話が出てきたと思いますが、日本とは運営形態が全く違います。何が違うかは、私は会長になってはじめて強く認識したのですが。彼らはすごく財政的に豊かで、われわれは厳しい。それでちょっと調べてみると、例えばOSAを例にとりますと、世界で会員数は2万人です。でも、学会の職員は150名くらいいます。会員はわれわれの学会の3分の2しかいないのに、事務局職員は5倍くらいいるわけです。

彼らは完全な会社組織なんです。学会には会長がいますけれども、そのバックにOSAという組織があって、そのトップはCEOと呼びます。普通会社と同じで。下世話な話ですが、OSAやIEEEのCEOの給料は多分、日本の大学教授の5～8倍くらいだと思います（笑）。

要するに全く日本と違うということです。日本はボランティア主体の学会で、運営はもちろん事務局、事務局長をはじめ30名くらいでやっていますが、それはどちらかというとボランティア主体の運営のサポートの側面が強いわけです。アメリカの学会は、運営主体がCEOが率いる会社なんです。国際会議でより表に見えるのは、アカデミア、産業界からの会員なのですが。

ですから、国際会議の運営形態も違います。さきほど国際会議の収入という話がありましたが、私は去年OSAのOFCのジェネラルチェアをやってはじめて知ったのですが、OFCの1回の純益ですが、日本の通信学会の年間の総会費収入の3分の2ぐらいを1回の国際会議で稼ぎます。国際会議の運営でお金に関することは全てOSAの権限の中です。

日本の電子情報通信学会をそういう形態で将来的に運営していくかどうかは、私は考えどころだと思います。現状は、会員減とかいろいろ課題があります。われわれはボランティア主体で何とか盛り上げようとしています。これが功を奏して永続的に続けていければいいですけれども、そうでないときには、ある時点で決断して、組織を変えざるを得ない時がくるかも知れません。

さきほど言いましたように、OSAやIEEEの組織が単純によいと言っているわけではありません。中でボランティアで活動している人の自由度はかなり制限されます。例えばいろんな催しをやろうとしても、財務の話が



重要なファクタで、プロフィットがでないものであれば、簡単にはできません。そういう非常に強い制約があります。将来的にどういう形態を取るかというのは、今後の学会の財務状況とか、多くのことを考えなくてはなりません。

例えば電子情報通信学会のグローバル化に関して、英文論文誌のオープンアクセス化を、今、一つのソサイエティで始めています。これは、何もしなければ収益は大きく減るわけです。オープンアクセスにしますから。だけど、そこで会員が増えたり、いろいろ他のところでそれを補えれば可能になるわけです。なぜオープンアクセス化を始めたかという、IEEE Xplore 等との競合で、英文論文誌が生き残っていけるかどうか、そういうことに関わっているわけです。

会社組織でやっているところと伍していくというのは、財務だけ考えると非常に難しいと思います。ただ、学会というのは、財務的側面だけではなくて、そこでやっている人たちがいかにやりやすいか。そこでいろいろ新しいものを生み出していく上でどちらがよい運営形態かとか、そういうことも重要です。どういう方向に進んでいくかというのは、ある程度の期間の中で考えて行かねばならない課題だと思っています。

あと、他学会との協力のお話もいただきまして、これも非常に重要な課題です。ただ、組織の側面で考える

と、非常に大変なところでありまして。学会ごとに事務局職員の労働条件も規約も違うわけです。だから、それを統合するというのは、企業の合併と同じくらいのエネルギーが必要になります。それをボランティア主体で進めていくのは難しい気はします。

学会活動に関しては現在、われわれ会員自身がやりたいと思うことはかなり自由にできるような、そういうフレキシブルな状況に電子情報通信学会はあると思います。以前、ケネディー大統領が就任演説で、「ask not what your country can do for you, ask what you can do for your country」と言ったのをご存知の方もいると思いますが、学会の中でいろんなことが提案できて、それをやっていける状況にありますので、ぜひ皆さん一人ひとりが積極的に学会に関わって、ご自身がやりたいことをどんどん提案していただければ良いと思います。以上、簡単ですけども。

辻井：長い間、後期高齢者の偉い先生方を座らせっ放しで、大変どうも失礼をいたしました。どうも司会のほうでは支離滅裂でしたけれども、いろいろいいご提言を頂きましたので、これを取りまとめて今後の学会の発展につなげたいと思います。今回の座談会を一里塚として、よろしく願いをいたします。どうもありがとうございました。(拍手)



一般社団法人電子情報通信学会特別座談会

100年の偉業を振り返り 未来に繋ぐ

主 催：一般社団法人電子情報通信学会

開催日時：2017年4月5日（水）13：30～16：30

会 場：機械振興会館 6階 66・67号室（東京都港区芝公園3-5-8）

司 会

名誉員

辻井 重男

第73代会長（1996.5～1997.5）

中央大学研究開発機構 フェロー・機構教授

一般財団法人放送セキュリティセンター 理事長

登壇者（敬称略）

秋葉 重幸

副会長（2012.5～2014.6）

元 KDDI 株式会社 執行役員、株式会社 KDDI 研究所 代表取締役所長

榎並 和雅

東京工業大学 監事

元日本放送協会 放送技術研究所 所長

遠藤 信博

内閣サイバーセキュリティセンター

サイバーセキュリティ戦略本部 本部員

日本電気株式会社 代表取締役 会長

喜連川 優

副会長（2011.5～2013.5）

国立情報学研究所 所長

東京大学生産技術研究所 教授

久間 和生

総合科学技術・イノベーション会議 議員

元三菱電機株式会社 代表執行役 副社長

土井 美和子

総務理事（2013.5～2015.6）

国立研究開発法人情報通信研究機構 監事

元株式会社東芝研究開発センター 首席技監

宮地 充子

大阪大学大学院工学研究科 教授

北陸先端科学技術大学院大学 教授

大石 進一

副会長（2015.6～2017.6）

早稲田大学 教授

笹瀬 巖

副会長（2014.6～2016.6）

創立100周年記念事業実行委員会 委員長

慶應義塾大学 教授

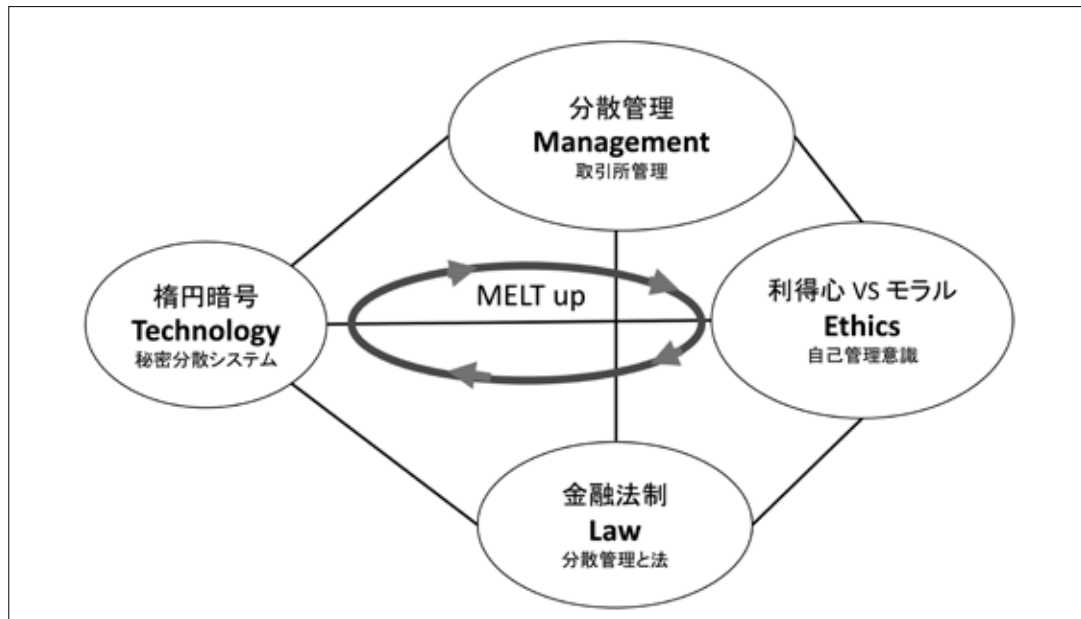
永妻 忠夫

調査理事（2015.5～2017.6）

大阪大学 教授

名誉員, 第 73 代会長 (1996.5 ~ 1997.5)
中央大学研究開発機構 フェロー・機構教授
一般財団法人放送セキュリティセンター 理事長

辻井 重男



暗号通貨（ビットコイン）・ブロックチェーンの高信頼化へ向けての MELT up 活動

海底ケーブルヒストリーから概観した通信 100 年

副会長 (2012.5 ~ 2014.6)

元 KDDI 株式会社 執行役員, 株式会社 KDDI 研究所 代表取締役所長

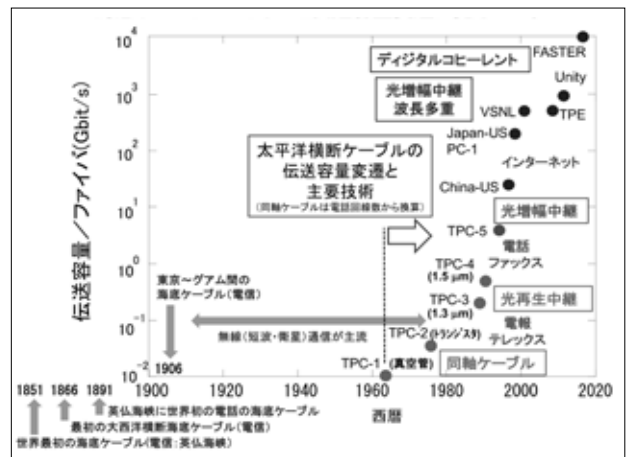
秋葉 重幸

長く海底ケーブル分野の研究開発と事業に携わった経験をもとに通信の歴史 100 年を海底ケーブルの視点から概観したい。

ケーブルを海底に敷設して通信を行う技術は特異な分野と言ってよい。陸上と環境が大きく異なるためケーブルや中継器の設計・製造と敷設に高度な技術が要求される。また修理の困難性から非常に高い信頼性が要求される。そんな中で江戸時代末期の 1851 年には英仏ドーバー海峡に最初の海底ケーブルが敷設されており、150 年以上の歴史を持つ。

海底ケーブルに関してもう一つ重要な側面は技術革新を絶え間なく求めたニーズの変遷であった。筆者がかかわった太平洋横断ケーブルの開発に焦点を当てて見ると、まず 1.3 μ m のレーザを用いた最初の光海底ケーブル TPC-3 は 1989 年に建設された。ファイバ当たりの伝送容量が 280Mb/s でそれまでの同軸ケーブルとは比べものにならないほど広帯域であったためこれで 20 世紀末までは新しいケーブルはもう要らないと言われた。しかし、日米間の電話需要が大きく伸びたため、完成してはどなく容量は逼迫し TPC-4 が必要になった。1.5 μ m の単一波長レーザの使用により伝送容量はファイバ当たり 560Mb/s と倍増し、かつ日米直結のケーブルがはじめて実現した。これで当面はもう新しいケーブルは要らないとされた。しかし、1992 年の建設直後からトラフィック需要が再び大きな伸びを見せた。国際電話に加えてファックスの需要が非常に大きくなったためである。

1990 年頃になると、光再生中継方式とは全く異なる光増幅方式が実用化された。ファイバのコア部分にエルビウムをドープし、これを 0.98 μ m や 1.48 μ m の強い光で励起すると 1.5 μ m 帯で増幅作用を持つことを利用したものである。このような増幅を数 10km おきに繰り返す



海底ケーブルヒストリーと伝送容量変遷に見る 100 年

すことによって、太平洋横断の 9,000km を再生中継することなく伝送できるようになり、ビットレートは TPC-4 の 8 倍にあたる 5Gb/s という大容量であった。光増幅中継を用いた TPC-5 ケーブルネットワークは北ルートと南ルートのケーブルがリング上に構成され、それぞれがバックアップするリングネットワークとして建設された。今度こそは未来永劫新たなケーブルは不要と思われた。国際電話とファックスだけであればそうだったかも知れない。

しかし、予想はまたもや覆された。インターネットの勃興である。しかもインターネットトラフィックは爆発的な伸びを見せ、新たなケーブルがいくつあっても足りないような状況を作り出した。その需要に応えるべく波長多重、デジタルコヒーレントが実用化され、まさに需要と供給がかみ合って飛躍的な伸びを見せ、TPC-1 から最新の FASTER ケーブル (ファイバ当たり 10Tb/s) ままでに伝送容量は 6 ~ 7 桁増大するに至った。

放送技術の進展の歴史と今後に向けて

東京工業大学 監事
元日本放送協会放送技術研究所 所長

榎並 和雅

1925年我が国でラジオ放送が開始された。その5年後にはNHK技術研究所が創設され、テレビの研究が開始された。1953年に白黒テレビ放送が開始された後、カラーテレビ、衛星放送、ハイビジョン、デジタル放送、スーパーハイビジョンと、放送サービスは進化してきた。これらの技術の多くは、NHK技研を中心とした我が国の研究者技術者によって、世界をリードしつつ開発されてきたと言える。

付図にも示したように、ハイビジョンの研究が開始されてから実用化試験放送まで25年、直接衛星放送の研究も実用放送まで18年、スーパーハイビジョンでは試験放送まで約20年かかっている。放送技術の研究が実用化に結びつくまでに長い年月を要することが分かる。しかも、カラーテレビ放送が開始されてわずか4年後、まだその普及が進んでいない時期にハイビジョンの研究を開始している。スーパーハイビジョンではハイビジョンの試験放送開始6年後に研究を開始している。このように新サービスが実用化された直後にもかかわらず、さらに新しい放送サービスの研究が開始されており、新しいテーマの研究を着手するにあたっては、周囲から相当な圧力がかかったと聞いているし、筆者も実感している。長い研究を継続してきた研究者たちの熱意と粘りがなければ実現しえなかった。また、新しいメディアを育成し、アピールし、実用化させるには、メディアデザイナーやディレクター、プロデューサー、経営者などの理解と努力なしには実現できず、規格化活動も含め、多くの方々の連携による総合力によって達成されている。

今後は、バーチャルリアリティ（VR）や立体テレビなどのさらなる高臨場感なシステムや、ハイブリッド

■ラジオ <ul style="list-style-type: none"> 1925年3月22日 ラジオ放送開始 ■テレビ（白黒、カラー） <ul style="list-style-type: none"> 1930年 NHK技術研究所を設立（所員16人） →テレビの研究に着手 1953年 テレビ放送開始 1958年 明仁皇太子ご成婚 （受信機の普及200万台突破） 1960年 カラーテレビ本放送開始 1964年 東京オリンピック日本衛星中継 ■衛星放送 <ul style="list-style-type: none"> 1963年 米国から初の衛星中継 （ケネディ大統領暗殺） 1966年 衛星放送研究開始 1978年 日本初の放送衛星の打ち上げ 1984年 衛星放送実験放送開始（BS-2a） 1989年 衛星放送の本放送開始（BS-2b） 	■ハイビジョン <ul style="list-style-type: none"> 1964年 研究開始 1985年 つくば万博で展示 1989年 アナログハイビジョン実験放送開始 2000年 1125本方式に世界統一 ■デジタル放送 <ul style="list-style-type: none"> 2000年 BSデジタル放送開始（ハイビジョン） 2003年 地上デジタル放送開始 ■スーパーハイビジョン8K <ul style="list-style-type: none"> 1995年 研究開始 2005年 愛・地球博で展示 2012年 8Kの世界標準規格成立 2016年 衛星試験放送開始 2018年 実用放送開始
---	--

放送サービスと研究の歴史

キャストのような通信との融合がより緊密に図られた高機能なシステムを目指して研究が進むであろう。並行して、より深い理解、より大きな感動を与えるような人の感性に根差したコンテンツ制作やヒューマンフェースの研究も進めることが重要である。

ところで筆者は、日本VR学会の副会長、会長を務めた。VR学会は会員1,200名程度の学会であるが、学生会員の割合が約26%も占めている。これは、若い会員が自ら参加し運営する国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストIVRCを毎年開催していることが大きく寄与している。VRやARのコンテンツ作品や試作機を公募し、優秀な作品を選定し、大きなイベントで展示している。こうした若い会員たちの熱い活動があるからこそ、学会が活性化している。また、理事会を構成しているメンバーも大変若く、積極的に新企画等を提言している。電子情報通信学会も若手が積極的に参加し運営するような活動や体制をより積極的に推進していくことが必要である。

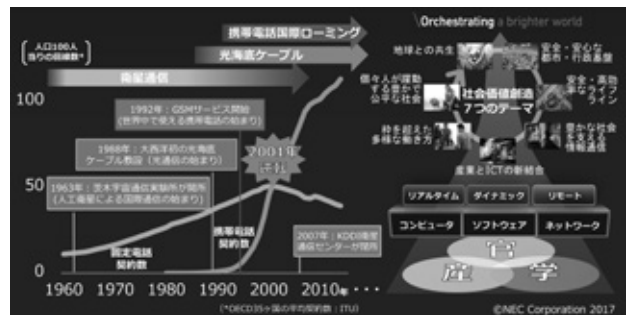
電子情報通信学会 100 年を祝して

内閣サイバーセキュリティセンター
サイバーセキュリティ戦略本部 本部員
日本電気株式会社 代表取締役会長

遠藤 信博

まずは学会の創立 100 周年を心よりお祝いしたい。日本電気は、1899 年に国内での外資企業を認めた日米通商航海条約の発効により、日本初の海外企業との合弁会社として設立され、この 100 年、学会とともに日本の通信、電子、情報の発展を支えてきた。学会も我々も、当初は海外からの技術導入に始まり、国内での機器の製造や品質の向上に努力し、やがて日本発の新技术開発と海外への展開を実現し成長を遂げてきた。創設時より、早く先進国に追いつき、自ら先進国となることを志した先人たちの強い意志、そして、大戦後の何もかもが失われた時代からの復興における、先輩方の大きな努力に最大の敬意を表し、感謝を致したい。

1953 年に日本でテレビ放送が始まって約 60 年、そして日米間でのテレビの衛星中継実験が行われた 1963 年から約 50 年を経たが、その間の進歩は大きく、国際通信のプラットフォームは、人工衛星から光ファイバに移り、通信機器の越境が認められ、ローミング技術の適用によりグローバル化が図られ、携帯電話は、開始からほぼ 20 年で固定電話の普及率を追い抜いた。いまや、個人でもデータ通信の需要が音声をはるかに上回る。この 50 年余りで、人間の欲求を満たすために、通信のプラットフォームは大きく進化してきた。そしてこの間、学会は多くの議論の場を提供して、技術者が自らを冷静に見つめ直しながらの切磋琢磨を可能とし、さらにはその努力を発表、評価する場として、研究開発に携わる多くの人々に勇気を与える場となってきた。また、多くの学会でグローバル化の努力がなされ、日本の技術レベルの押



通信プラットフォームの変遷と、ICT によるこれからの価値創造

上げにも大きく貢献された。

これからの技術開発は、人間社会の課題解決に直結する領域に、より大きな貢献が期待される。約 30 年後には、世界の人口は現在の 1.3 倍の 90 億人となり、都市化率は 50% から 70% となって、都市の人口は現在の 1.8 倍となる。結果として現在の 2 倍近いエネルギーや食料、水が必要となる中で、持続的で快適な地球環境、資源の効率的な利用、安全で品質の高い食料や水の確保、これらを可能とする AI や IoT を中心としたソリューションの実現に向けた、情報処理、通信、電子デバイスの研究開発は、さらに重要度を増すだろう。

そこでは、より一層の「共創」が必要となる。異分野の理解やグローバルなコミュニケーションがますます大切になる。その意味でも、学会の役割はさらに広がり重要度を増すだろう。これからの 100 年に向けて、さらなる学会の進歩に大いに期待をしたい。

技術に加えてゲームチェンジをデザインする時代に

副会長 (2011.5 ~ 2013.5)

国立情報学研究所 所長

東京大学生産技術研究所 教授

喜連川 優

日本は磁気粉の生産は世界トップであるにもかかわらず儲からないという。テープの標準化を抑えられているからとのこと。博士論文における論文コピペが大きな話題となったことは記憶に新しい。その検出サービスがビジネスになっている。既に海外ソフトがどんどん入り、しかも IEEE の国際会議は crossref の利用を無料で推奨していると聞く。膨大なコンテンツが投入されるエコシステムが動き出す。日本でも早急に対策をとるべきと進言したが、著作権法の権利制限規定に入るには時間がかかりまだ自在にはやれない。中国では Mobike という乗り捨て自由な自転車サービスが人気を博している。GPS でどこに乗り捨ててあるかをスマホから容易に補足可能である。どこでも乗り捨てるという発想は日本では起こりにくいように感じる。そもそもどこにでも乗り捨ててよいのかという法制度への心配がまず脳裡をよぎるからである。このような事例は枚挙に暇がない。ポイントは制度やビジネスモデルをしっかりと考える必要があるということに尽きる。しかし、このような注意は大学ではあまり習わない。法律家との意見交換の場も少ない。法制度の緩和は一人の研究者には大きすぎる問題であり、学会こそがモデレートすることが期待されるのではないだろうか。こういうことは政府が考えるべきだという声が聞こえそうであるが、政府の動きはそう軽やかには行かないのが常である。学会の役割をそのモビリティの高さに据えることは大いに価値があると言えよう。昔は、学会は技術に関して意見を戦わせる場として大きな役割を果たしてきたのは事実であり、小生も発表のたびに、貴重なご意見を頂いた。それを否定するものではない。学会の役割を増やすべきではないかという意見である。社会のゲームをどう変えていくかをコミュニティが一丸となって考えることが求められよう。制度に対する過剰反応も多くみられる。コミュニティを代表して物を言うことも大切であろう。

筆者は文科省科学研究費特定領域研究「情報爆発」の領域代表を務めた。そして、その重要性に鑑み、経済産業省は約 1 年遅れて「情報大航海」プロジェクトを立ち

上げた。当時、検索エンジンが合法化されていなかったことから、経産省が制限規定の導入に多大な努力を払ったことに敬意を表したい。小生は大きなプロジェクトを牽引するのははじめてで、とても大変で、非常に多くの方々のお世話を頂戴して何とかいろいろな先駆的成果を出すことができたが、法制度の改革は技術的成果に劣らず極めて重要であったといまさらながら感慨深い。今日 AI が利用する学習用データに関し、当時の検索エンジンにおける解析を許す著作権制限を利用することが検討されている。すなわち、当時は遅きを失し、巨大な機会損失の憂き目にあったわけであるが、その際の努力は今日報われるとも言えるのではないだろうか。

学会の会員が減じているという嘆きを多く聞く。なぜだろうか？ 技術的な意見のやりとりの価値観が相対的に減少したからの結果に過ぎない。情報源は圧倒的に広くなり、学会はその一部でしかないのは事実である。それに引き替え、学会が法制度立案のインタフェースになるとなれば、状況は大きく変容すると感じる。なぜならばそのような適切な場が現時点ではないからである。もちろん時間がかかるであろう。一步一步である。

ゲームは学会の立ち位置にも大きく影響する。人口比では日本は中国の 10 分の 1 にすぎない。論文の量は現在米国を抜き、中国が圧倒的な存在を見せるに至っている。今日の出版社は中国を重要な存在と考えている。存在感を出すには、やはり論文量が重要な要素となることは否めない。学会群は緩やかな融合が必要な時代になったのではないかと感ずる。それは学際的な領域をしっかりと取り上げるという意味と同時に、会員数、論文数によるプレゼンスが必須と考えるからである。圧倒的に効率のよいプラットフォームを構築することにより学会活動の抜本的効率化を実現することにより、可能になると考える次第である。

100 年を経て、時代が大きく変わり、次の 100 年に向けて現況を見直すとともに、しっかりとした戦略が必要とを感じる次第である。

今後の電子情報通信学会への期待 — Society 5.0 プラットフォームの構築 —

総合科学技術・イノベーション会議 議員
元三菱電機株式会社 代表執行役副社長

久間 和生

電子情報通信学会の中核領域であるエレクトロニクス、通信、情報処理技術は、1970年代以降、飛躍的進歩を遂げ、デジタル情報革命を引き起こした。

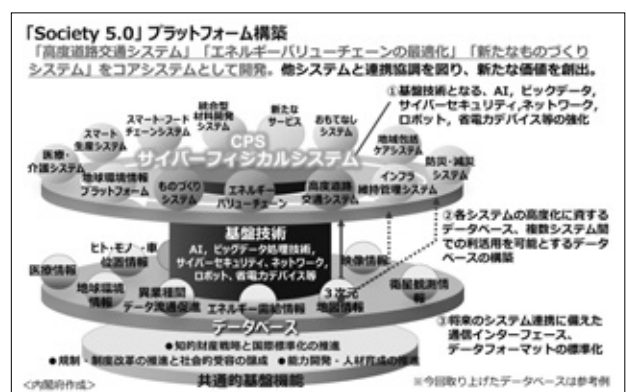
エレクトロニクス分野では、Si-大規模集積回路、化合物半導体デバイス、磁気デバイス、液晶表示デバイスなどの革新的デバイスが続々と実用化され、通信分野でも超高速・大容量光ファイバ通信、無線通信が実用化された。情報処理分野ではメインフレーム、サーバ、パソコンに続き、情報携帯端末が爆発的に普及し、その頭脳としてビッグデータ、人工知能、マルチメディア処理等の知識情報処理が脚光を浴びている。

これらの電子情報通信技術（ICT）は、各分野で大きな産業を創出した。そして、最近では高度なICTを活用した独創的ビジネスモデルに基づく新産業の構築が、新たな潮流となっている。

そもそもイノベーションには、物理や化学技術を徹底的に深掘りした「先端技術開発型イノベーション」と、新しいビジネスモデルを最先端ICTを活用して実現する「ビジネスモデル創出・先端ICT活用型イノベーション」の2種類がある。

日本はこれまでHWコンポーネント中心の前者を得意とし、グーグルやアマゾンに代表される後者は弱かった。しかし産業価値は確実にHWコンポーネントから、ICTを活用するシステム、サービスへ移行しつつある。日本は強みであるHWコンポーネントを一層強化しつつ、ICTを強化し、それらを融合した革新的システムによるイノベーションを創出する必要がある。

このような産業構造の変革を背景として、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）では、2016年1月に第5期科学技術基本計画を策定し、今後目指すべき社会の姿を“Society 5.0”と定めた。ICTの活用により「経済成長と社会的課題の解決を両立」し、「人間中心の社会」を築くという新たな概念である。



今後の電子情報通信技術への期待

— Society 5.0 プラットフォーム構築 —

Society 5.0では、エレクトロニクス、通信、情報処理、そして制御技術によって、フィジカル空間とサイバー空間を融合させ新たな価値を創造する。エネルギー、ものづくり、自動走行、防災・減災など11のサイバーフィジカルシステムの構築と、人工知能、ビッグデータ処理、ネットワーク、サイバーセキュリティ、ロボット、省電力デバイスといった基盤技術の開発、各分野のデータベースの整備をCSTIが中心となり、産業界や人工知能戦略会議、経済財政諮問会議、各省庁、アカデミアと連携し取り組む。CSTIが推進する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）や革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）は、省庁連携・産学連携ですでに多くの成果を挙げ始めており、Society 5.0のロールモデルとなりつつある。

今後の電子情報通信学会には、Society 5.0実現の要であるICTの強化とプラットフォーム開発への貢献とともに、技術・分野融合による革新的システム創出と、それらを牽引する人材育成を期待する。

サイバー空間から実空間までのつながり

総務理事 (2013.5 ~ 2015.6)
 国立研究開発法人情報通信研究機構 監事
 元株式会社東芝研究開発センター 首席技監

土井 美和子

電子情報通信学会 100 周年座談会参加の機会をいただき光栄である。本稿では、筆者が東芝時代に関わった研究開発の中で、現在のサイバー空間から実空間までをつなげたサービスやシステムに基礎的な貢献を果たしている技術¹⁾に触れる。

・日本語ワープロが開いたサイバー空間への窓—母国語でなんでもできる

世界初の日本語ワープロ (1978 年) は 2008 年 IEEE マイルストーンに認定された。日本語ワープロにより、英数字ではない 2 バイトコードの文字が計算機で扱われるようになった。その小型化と文書処理システム²⁾、ウィンドウシステム NeWS (Network extensible Window system) に多言語対応して搭載された日本語版 GUI (Graphical User Interface) (1988 年) に筆者も関わった。これらが母国語でメールや SNS、オンラインショッピングを楽しむ現在のサイバー空間につながった。機械翻訳も深層学習などにより高精度化し、母国語以外の資料の可読性に大きく貢献している。

・電車も徒歩も使える道案内サービス ekitan.com—もう道に迷わない

モバイル機器で最も使われているアプリの 1 つが道案内サービスであろう。世界初の携帯電話での道案内サービスは ekitan.com (2000 年) である。経路をテキスト化して³⁾、ユニバーサルなサービスを可能とし、現在はモバイル機器への GPS 搭載によりさらに利便性が向上した。

・装着して人の行動計測—行動をみえる化

加速度センサがモバイル機器に搭載され、持っているだけで歩行や走行などの行動計測が可能となり、心拍数や心電波形などの生体情報が取得できる衣服まで市販されている。その先行事例の一つが加速度センサや脈波計などを搭載した LifeMinderTM である⁴⁾。ダイエット支援や服薬忘れ防止、睡眠計測など様々な応用に挑戦し



関わった製品群サイバー空間から実空間までのつながり

た。

振り返ると、研究開発した成果を笑顔で使う人を思い浮かべながら、研究開発を行ってきた。まだまだ世界のだれかを笑顔にする研究開発の種が多くあることを信じて挑戦することが大事と考えている。

参考文献

- 1) 土井美和子, “私の研究者歴—ヒューマンインタフェース技術とともに歩む—”, 電子情報通信学会 B-plus, No.33, pp. 33-39, 2015.
- 2) 土井美和子他, “文書構造抽出技法の開発,” 信学論 (D) II, Vol. J76-D-II, No.9, pp. 2042-2052, 1993.
- 3) 杉山博史, 土井美和子, “交差点形状が歩行者に与える心理的影響を考慮した道案内システム,” 信学論 (A) vol. J87-A, No.1, pp. 59-67, 2004.
- 4) K. Ouchi, T. Suzuki and M. Doi, “LifeMinder A Wearable Healthcare Support System with Timely Instruction Based on the User’s context,” IEICE Trans. Commun., vol. E87-D, No.6, pp. 1361-1369, June, 2004.

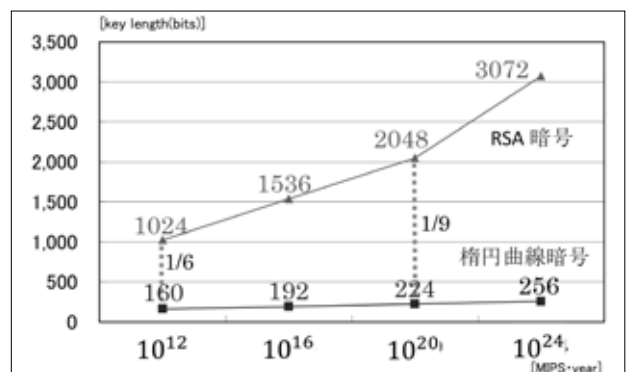
電子情報通信学会 100 周年に寄せて

大阪大学大学院工学研究科 教授
北陸先端科学技術大学院大学 教授

宮地 充子

私は大阪大学大学院理学研究科数学専攻を修了後、松下電器産業(株) (現パナソニック(株))に入社し、暗号と情報セキュリティの研究・開発に従事することになった。純粋数学の研究をしていた私にとって、情報セキュリティははじめての社会に応用される分野の研究であり、電子情報通信学会の会員になった。

情報セキュリティ技術の進展について簡単に述べる。1970 年代後半にかけて、情報セキュリティでは現在の幅広い研究につながる画期的な論文が発表されている。1976 年に Diffie と Hellman が公開鍵暗号の概念を提案。公開鍵暗号とは暗号化に用いる暗号鍵と復号に用いる復号鍵が異なるので、復号鍵のみを秘密に保持し、暗号鍵を公開している。それが公開鍵暗号と呼ばれる所以である。これまでの暗号方式は暗号化と復号に同じ鍵を用いるため、暗号鍵を公開できない。つまり、秘匿通信を行う相手同士が予め何らかの方法で秘密の鍵を共有する必要があった。公開鍵暗号の概念はこの課題を完全に解決する。現在のウェブサイトの SSL 通信はまさに公開鍵暗号を用いた秘匿通信である。クライアントはウェブサイトから公開鍵を入手するだけで、秘匿通信が実現できる。しかし、具体的な公開鍵暗号はこの論文では提案されず、Rivest, Shamir, Adleman によって 1978 年にはじめて提案された。これが素因数分解の困難さを持つ RSA 暗号である。現在利用される RSA 暗号は、暗号化の前にメッセージに冗長部を付加するなどの改良はされているが、39 年を経ても安全性が素因数分解の困難性に基づくことは変わらない。そして 1985 年には楕円曲線に基づく公開鍵暗号が Koblitz と Miller により独立に発表された。より複雑な構造を持つ楕円曲線が暗号へ応用されることになる。その後の公開鍵暗号を含む情報セキュリティの研究の進展は目覚ましく、1978 年の提案論文では 664 ビット (200 桁) を推奨された RSA 暗号が数々の素因数分解のアルゴリズムの改良に伴い、2017 年では 2,024 ビットの大きさが必要になった。一方、楕円曲線暗号においては素因数分解に存在する準指数時間の解読アルゴリズムがないことから、2017 年において



RSA 暗号と楕円曲線暗号の鍵サイズの比較

も 224 ビットで同等の安全性が確保できる (図)。公開鍵暗号の提案のすばらしさは情報社会の安心安全を支える土台の技術であるだけでなく、工学と対極の位置にあった数論と情報セキュリティの架け橋を与えたことにもある。こうして、情報セキュリティは数学、物理など様々な分野の研究を吸収し、電子情報通信学会の重要な一分野として発展することとなる。

ここで、私の情報セキュリティの研究者人生と電子情報通信学会のかかわりについて述べる。入社後、私の最初の研究は上述の楕円曲線暗号であった。楕円曲線暗号は小さい鍵サイズで高い安全性を得られることから、現在 IoT 機器用の暗号としても脚光を浴びている。しかし、当初はまだ安全な楕円曲線暗号の構築も明らかになっておらず、概念はあるが利用できるか不明の暗号であった。私の大学時代の研究は整数論であったので、楕円曲線に関する知識はあった。しかし工学と数学の研究者の感覚には大きなギャップがあり、数学の知識を情報セキュリティの新技術の創出に応用することはそれほど容易ではない。例えば、RSA 暗号は素因数分解の困難さに安全性の根拠を持つ暗号であるが、数学の観点では全ての整数が素因数分解できることは困難な問題ではない。そのような異分野の研究者の感覚のギャップを埋めたのは、研究会での質問やコメント、さらに研究会で提供される組織や世代を越えた熱い議論の場であった。ま

さに、そのような最新の研究開発の情報を交換する場の提供、異なる所属の議論と人を育てる場としての学会の役割は非常に大きいと言える。日本から発信される研究の芽はこうして学会によって育まれたと言っても過言ではない。

そのような日本の情報セキュリティの研究・開発を支えてきた学会が、国際化の動きを受けて、IEEE等の国際学会との競争の時代を迎えた。学会のこれまでの姿を保ちつつ、どのように国際競争の荒波を越えて変化していくのがこれからの課題かと思う。情報セキュリティの分野では今や多くの日本人研究者が第一線で研究をさ

れており、日本で情報セキュリティの国際学会が日本人の研究者により主催される機会も増えている。私もこれまで CANS 2009, Pairing Crypto 2011, ProvSec 2015, ACNS2017 等の情報セキュリティに関する国際学会を日本で主催してきた。国際学会は海外の研究者をつなぐよい機会であり、積極的に学会の広報の場に使えるように思う。

これまで学会に助けられて育てられてきた我々が、今後は国際競争に向けて、学会を支えて、そして次の 100 年後にも我々を支えてくれる学会であるようにサポートしていきたいと思っている。

非線形システムの関数解析から 精度保証付き数値計算学へ

副会長 (2015.6 ~ 2017.6)

早稲田大学 教授

大石 進一

電子通信学に関数解析的な手法が導入されたのは、戦後のことであると思われる。その導入に当っては、いろいろな方向からのアプローチがあったと思われるが、一つは電磁波伝搬の研究がその源流をなしている。電磁波の従う積分方程式などの関数方程式を解いて、伝搬特性を明らかにする方法論はボルテラ、ヒルベルト、リースなどの1900年代の前半の関数解析の起源にも一致するからである。早稲田大学理工学部電子通信学科の堀内和夫は、関数方程式を解く方法を関数空間上の作用素の不動点を求める問題に抽象化した。これにより、情報理論の問題の多くや非線形回路とシステムの支配方程式なども同じ関数解析的枠組みで解析できることを1960年台初頭からの一連の論文で示した。不動点の存在を示すための不動点定理としては、縮小写像の原理、シャウダーの不動点定理、その拡張であるダルボーの不動点定理などが用いられてきた。その後、システムに不確実性がある場合について、多価写像の不動点定理が用いられるようになった。これは堀内和夫の非決定性作用素論による非線形システム理論である。

1950年代半ば東大計数工学科の修士論文として、須永照雄は区間解析の考え方を創始した。須永の修士論文は、ムーア (Moore) の博士学位論文による区間解析の提案に先んじている。また、現代から見ても優れた多く

のアイデアが盛り込まれていた。区間解析は数を区間に、数の四則演算を間の四則演算に拡張するもので、数値計算の誤差を把握するための重要な方法を与える。しかし、それを直接的に適用すると、区間の爆発や計算時間の爆発を招き、実用になるまで、多くのブレークスルーが必要となった。

平均値形式や自動微分の研究などはその中の中核となる技術であるが、東大の伊理正夫の高速自動微分の研究などは著名である。1990年より、大石進一は精度保証付き数値計算の研究に従事し、丸めモード制御方式による高速な線形連立方程式の精度保証方式、無誤差変換による高精度高速解法などを開発した。その結果、数値計算で近似的に解を求めるのの数倍の手間で精度保証付きに解を求めることが可能なことを示した。これにより、一気に精度保証付き数値計算が実用段階に入った。また、ラプラス作用素などの自己共役作用素の固有値の下限を精度保証付き数値計算で厳密かつ統一的に求める手法も大石らによって提案された。その結果、非線形作用素方程式の解の存在や一意性を精度保証付き数値計算により計算機を利用して求める手法も大きな進展を遂げた。これらは、直接的には須永や伊理の研究を引き継ぐものであるが、広い意味で言えば、堀内和夫の非決定性作用素論の枠組みに入る。

学会活動を通じた人材の育成

副会長 (2014.6 ~ 2016.6)
創立 100 周年記念事業実行委員会 委員長
慶應義塾大学 教授

笹瀬 巖

1. 論文発表・討論・情報交換の場

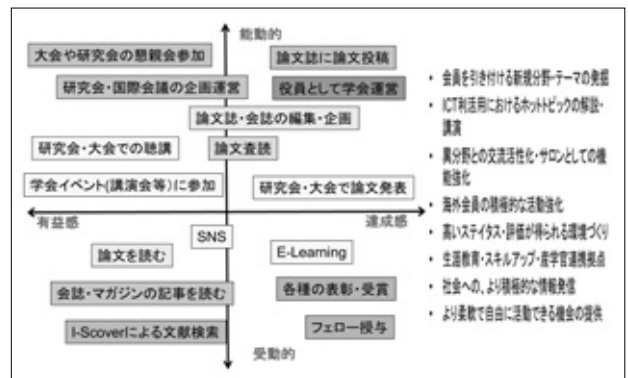
はじめての学会発表は、大学院修士 1 年の 1980 年 3 月開催の学会総合全国大会で、1982 年 3 月には本会論文誌に私の最初の和文論文が掲載された。研究会や大会は、情報交換や交流ができる貴重な場であり、高速移動体通信、符号化変調、トラヒック理論、ATM スイッチ、通信ネットワーク、光 CDMA、WDM、赤外線通信、レーダにおけるデジタル信号処理、Wireless IEEE 1394、ADSL、カオス、通信用電源、アドホック・センサネットワーク、情報セキュリティなど研究テーマも大いに広がった。セッションの提案、論文査読、座長やプログラム委員などを積極的に引き受けた結果、多くの研究者と知己になった。本会の論文は、すべて大学図書館に保存されていること、及び、研究発表・討論・情報交換・交流の場が身近にあることは、研究者・技術者にとってとても重要だと痛感している。

2. ソサイエティ運営の楽しみと活性化

これまで、本会副会長、通信ソサイエティ会長、通信方式研究専門委員長、ネットワークシステム研究専門委員長、英文論文誌編集委員など、運営に関する様々な委員を務めてきた。アクティブなメンバーとともに、アイデアを出し合うことにより、多くの出会いが生まれ、また、学会活動を通して、産官学連携を活発に推進できる。また、大学・企業の枠を超えた親密で広範囲な人脈構築が、今後ますます求められると思う。

3. 「個性溢れるリーダーを育てよう」

グローバルに活躍できる優れた人材の育成は、日本の



学会の価値とは？ 学会活動に対する期待

国力を高く維持し続けると同時に、世界における日本の技術先導力を一層高めるためにも必要不可欠である。情報通信技術に関わる全ての人に対して、本会が提供する様々なサービスが有益であると認めていただけることが、本会の存在意義を高めることになる。重要なことは、若い人が、本会に自発的に参加し、人材育成につながる活動を積極的に行いたいと思うように仕向けることである。私は、大学教員として、「教育の秘訣は、学生を導いて、一方では彼らの仕事に対する愛好心と熟練とを得させ、他方では適当な時期に、何か偉大な事柄に生涯を捧げる決意を抱かせるように仕向けることである」というヒルティ (Hilty) の言葉を座右の銘として、本会が、持続可能な研究コミュニティとして、魅力あるサービスを提供できるよう努めていく所存である。

座談会を迎えて

調査理事 (2015.5 ~ 2017.6)
大阪大学 教授

永妻 忠夫

電子情報通信学会は、今年で創立 100 年を迎えるが、25 年前の 75 周年においても、記念式典の開催に加えて、年史が発刊され、さらに会誌でも 75 周年記念特集号が出ている。さて、その 5 年前に同じく会誌に創立 70 周年記念特集号が発刊されていることをご存じだろうか。私事で恐縮だが、大学院博士課程を修了して会社に入り、新人研修とやらをひと通り終えて 2 年目を迎え、さあこれから頑張ろうと思っていた、1987 年 7 月に遡る。

当時の大先輩方が「今後 10 年の発展と限界」と題し、電子情報通信の各分野（集積回路、光エレクトロニクス、知能的情報処理、通信網構成、ソフトウェア生産技術、ホームエレクトロニクス）の発展といつか向かえるであろう限界について議論されている。興味深いのは、物理的条件、論理的な条件よりも、社会的な制約条件によるものが予測を難しくしていると語られていることである。特に、大越先生の執筆された「光エレクトロニクス」の章では、デバイスハードウェア（小型パソコンやポケット型テレビ等）の出現については妥当な予測が得られているものの、社会システムに関わる技術革新（テレビ電話やデジタル統合網等）に関するものは、予測した時期を大きく外れていると指摘されている。社会とのかかわりが大きければ大きいほど、専門家の予測と期待を大幅に裏切り（実現が遅くなり）、技術は進んでも人や社会はなかなか変えられない。そして、社会と人間についての深い省察なくして、未来予測も技術の発展もないと主張されている。

スマートフォンを一つ例に取ってみたい。我々は（あえて言えば電子情報通信学会の専門家集団は）、これほどまでスマートフォンが世界を席巻することを予期できたであろうか。ご承知のとおり、我が国の電機メーカーの多くがその波に乗り遅れ、アップルやサムソンに苦杯を喫している。それを支えるインフラ市場も同様に海外

2015年 創立100周年記念事業実行委員会(笹瀬委員長)の下、川村調査理事が中心になり、企画案(骨子)を策定
同10月 マイルストーン選定WG発足
2016年
同 2月 マイルストーン選定委員会発足(辻井委員長)
同 3月 第1回マイルストーン選定委員会(主幹事:永妻調査理事)
同 4月 第2回マイルストーン選定委員会:公募の仕方
同 5月 幹事会、メール審議、理事会承認、公募スタート
同 8月 第3回マイルストーン選定委員会:選定の目録合わせ:公募終了(石川調査理事が幹事団に加入)
同10月 第4回マイルストーン選定委員会:選定作業
10/20 IEICE名誉員・歴代会長を囲む懇談会にて意見交換
同12月 第5回マイルストーン選定委員会:選定作業(精査)
2017年
同 1月 幹事会(1/4)、第6回(1/7)・第7回(1/23)マイルストーン選定委員会
同 2月 幹事会
同 3月 第8回マイルストーン選定委員会:最終選定作業
(今後の主な予定:4月冊子用原稿執筆、5月理事会最終承認)

マイルストーン選定までの経緯

メーカーに奪われ始めている。

今回のマイルストーン選定において、移動体通信技術分野で世界に冠たる学術的偉業が多く見られる。一方で、上述したようにグローバルビジネスという観点で見ると、必ずしも順風満帆ではない。歴史の水面下で一体何が起こっていたのだろうか。私は、移動体通信以外の分野においても、100年の偉業という氷山の下に隠れている様々な（成功も失敗も含めて）事実を知ることが、情報通信技術ならびに産業のこれからの針路を考える上で大切ではないかと思う。この座談会では、諸先輩方からそういったお話も伺えることを期待している。

本年の学会誌2月号の巻頭言でも書かせていただいたが、これからの本会の大きな役割は、様々な学問領域や異なる専門分野の叡智を結集し、これから100年後、1000年後の情報通信技術と人間、社会、そして地球とのかかわりについて考え、情報通信技術の可能性を引き出すことによって、それを我が国の産業界の発展に繋げていくことだと思っている。

電子情報通信学会 100 周年に当たって

株式会社日立製作所 名誉相談役

庄山 悦彦

電子情報通信学会が創立 100 周年を迎えられたことを心からお慶び申し上げます。

長期に亘り活動して来られたのには、産学官の良き連携をベースに、この間の会長をはじめ関係役員、会員の皆様方の熱意の賜に対し敬意と感謝を申し上げます。

長い間、サービスを含めたモノづくりに関係してきた者として、この間の電子情報通信分野の技術進展の速さには驚くことが多く、また、これにより科学技術、産業界の発展があったものと思っております。

社長だった 2000 年頃、デジタルで進む産業革命、文化革命と題し、人間の願望を具体化するのが技術であり、特にデジタル技術は比較的安価で、容易にそうした夢を具体化する優れた技術と話しておりました。当時は「IT 戦略本部」での e-Japan 戦略、「情報通信審議会」での地上テレビジョン放送のデジタル化など、産業界としても工業会、経団連からその推進に協力させていただきました。

情報化の進展は素早く、いつでもどこでも情報を入手したいなど様々な製品の使い方が多様化し、ユビキタス

情報社会が盛んに言われました。

更に情報のボーダーレス化に伴い、単に情報を効率的に使うということを越え、いかに活用して新しい価値を生み出すが差別化要因として大切になってきたことで「知的創造社会」イノベーションの時代に入りました。

デジタル化によりビジネスの伝播速度が速くなり、全世界的対応が必要になっています。更に ICT の発展により、ビッグデータの活用、また IoT、AI などこの業界に期待されていることが多くなり、業務間の融合を図って社会貢献に役立てねばならないと思います。

これらの展開は、その理論展開に合致して通信方式、記録方式、演算方式等々の進歩があって可能となったもので、この間の関係者のご努力に敬意を表します。

日本は天然資源に恵まれていないだけに「人」を財産として「人財力」で国を豊かにし、世界に貢献しなければなりません。日本の強みを再認識し、自信を持って対応して参りましょう。

この「人づくり」のために学会の果たす役割は大きく、今後共益々のご発展を祈念し期待しております。

辻井：100年の偉業を振り返り、前回は、3月29日に第1回をやりました。第1回のほうは名誉員、大学の先生が多かったので、私もいいかげんですけども、大学の先生は大体いいかげんなものですが、今回は組織系の人が多いので一体何をしゃべればいいんだとか、いろいろお叱りも頂いただきましたが、その辺は100年の歴史、これを高い視座から広く長い視野の中で視点は自分で決めて、そして重要なポイントをお話いただくというのが趣旨でございますので、こちらでこういう視点でなんて言う、せっかくのいい視点を見逃したりするので、今後の100年のために、そういうことでやっております。それでは、まだお集まりこれからいただく人もいるでしょうから、前回、3月29日、これをちょっと振り返ってみたいと思います。

どんな話があったかですね。垂直磁気記録の東北大学・岩崎先生から例えば磁気記録そのものが40年周期で、40年で画期的なものが生まれるというのが一つ。それから明治維新から日露戦争、日露戦争から敗戦まで、敗戦からまた高度成長、みんな40周年じゃないかという、これは昔、竹村健一なんかがよくこんなことを言っていましたけれども、こんなようなことと垂直磁気記録の話と引っ掛けてなかなか面白い話。末松先生もやっぱり30年周期、30年たたないと分からないと。これは長期的に楽観主義でやれというような話がありましたね。あるいは安西先生ですね。勇気を持って。あの方は去年文化功労者になられたので、私は講演を聞いた。非常に印象深かったのですが、ハーバート・サイモンという有名な経済学者に飛び込んで行かれました。ああいう精神というのはすごいなと思いましたですね。



司会：辻井重男氏

それから甘利先生も、これは1967年に確率降下学習法というのを出して、本当にちょっとAIが沈んでいたもので、15年程後に、ルンメルハルトでしたかね、誤差逆伝播法というのを出して、そっちのほうが有名になっちゃったと、ちょっと割に合わないことがあったりしたんですがね。それからNHKの福島邦彦さんのネオコグニトロン、この2つがかなりAIのベースになっているんじゃないかなと私は勝手に思っています。素人でよく分かりませんがね。

それから、そうはいってもビッグデータと組み合わせなきゃいけないんだけど、ビッグデータという言葉が最初に言われたのは喜連川先生だと伺っているんですけどもね。それで、ビッグデータがあまりはやらないので、情報爆発と。これは確かにそうですね。情報爆発というプロジェクトでも見えていますけれどもね。それから、そうしているうちにビッグデータのほうがはやっ



ちゃったというようなことがあったりして、なかなか日本人同士の評価が良くないんじゃないかというような話も出ております。研究評価の在り方ですね。

これは、もともとこういうのを企画した私の意図は、後でお話に出るでしょうけれども、石川調査理事もおられますけれどもね。辻総務理事、こちら永妻さん、それから石川調査理事、みなさん総勢16人で、もうこのところ大変なんですよ。100年の偉業を、素晴らしい業績をリストアップしていくわけですからね。それで、やっぱり業績賞が、一つのベースではないのかと。しかし業績賞が出てから55年。その前の45年もあるし、功績賞もあれば論文賞もある。それからノーベル賞、その他学外の賞もいろいろ取られている。

こういうのをどう整理するかというだけで結構大変なんだけれども、あれは昨年10月でしたかな、名誉員の会がありまして、そこで今までの資料で評価するのではなくて、「君たちのもっと独創的な評価はやれないのか」という話がありまして、これはなかなか考えるのが大変なんですね。主観的に16人が勝手に評価して何十年後に残すわけにもいかないし、一番問題はいつから振り返るかなんですよ。

IEEEはマイルストーンと言っていますけれども、あれは25年たってから評価しているわけですね。やりやすいですよ。ところが学会の業績賞というのは3年で評価しているんですね。どの視点から何年前を振り返るかということを決めないことには、客観的な評価はできないですね。

そうはいっても、今、永妻理事、石川理事が一生懸命まとめている、この300ページ近い偉業を整理した文献は、これはやっぱり歴史に残る貴重な資料だとは思いますが、それをみんなが面白がって読んでくれるかということ、そうでもない。その冊子にきょうのお歴々の方の発言を、まだどういう形で編集するかは決めていませんが、例えばコラムに入れるとか、前の方や後ろの方に入れるとか、そういうことを今考えております。きょうはきょうでこの座談会を盛り上げていただいて、あと、また整理して、それを間に挟んでいくというようなことを考えているわけでありまして。

次、それで、登壇者から寄せられたというのは、きょうも人間中心主義とかSociety5.0とかいう話もありますね。それから日本はどうしてもアーキテクチャ、あるいは概念が弱い。これは今の会長、佐藤さんからそういう話も大分ありました。どうしたらいいかというのは、これを議論してきょう片付く問題ではもちろんありませんけれどもね。

それから大学教育もちょっと狭いんじゃないかということですね。それから財政とか、そういう面でIEEEとはずいぶんことはやり方が違います。規模も10倍ぐらい違うでしょうけれども、そういう学会運営とか財政の在り方も、これも問題であるというようなことであり

ました。

私があまりしゃべり過ぎてはいけないので、それでは次に笹瀬さんからお話を頂きたいと思います。

笹瀬：100周年記念事業実行委員会委員長の笹瀬です。私は昨年まで副会長を仰せつかっておりました。ここでは、100周年記念事業の概要をご説明させていただきます。

本年2017年5月1日に、本会は創立100周年を迎えます。1917年の5月に本会が発足いたしました。当時は電信電話学会という名前でした。その後、1937年に電気通信学会、1967年に電子通信学会、1987年に電子情報通信学会と、約30年、30年、20年ごとに学会の名称を変え、約3万人の会員の大きな学会に成長してまいりました。

本年5月1日に100周年を迎えるにあたり、100周年記念としてどのような事業を行うかに関して、これまで、理事会等や記念事業実行委員会で議論を重ねてまいりました。

まず行ったことは、電子情報通信学会の創立100周年記念として、会長と理事の方々と、学会のあるべき姿に関して議論をまとめ、記念宣言を行いました。詳しくは、本会会誌をご覧いただけると幸いです。1つ目として、広汎な知が交流する場をつくり、新たな学術領域を開く。2つ目として、社会課題の解決に貢献して新たな社会のビジョンを作成する。3つ目として、技術倫理の向上に努め、社会に向けて発信することを宣言しております。つまり、交流する場をつくる、現実の社会課題の解決を図る、技術倫理の向上に努め、社会に対して発信することを、本会の100周年記念として宣言いたしました。

さて、私は現在IEEE東京支部長も務めておりますが、IEEEでは25年経た世界的偉業を顕彰するマイルストーン認証制度があり、3月上旬にホンダのホンダ・エレクトロ・ジャイロケータ（車のナビゲーター）と東京工業大学の温度無依存水晶振動子がIEEEマイルストーンに選ばれております。そこで、本会も100周年記



笹瀬 肇氏

念事業の1つ目として、我々の社会や生活、産業、科学技術の発展に大きな影響を与えた研究開発の偉業を「電子情報通信学会マイルストーン」として選定する事業を実施することにいたしました。この事業は、電子情報通信の研究開発の歴史と意義を振り返ると共に、次の100年に向けて更なる革新を起こす次代の研究者や技術者にその創出過程を伝えることを目的としております。辻井重男先生には、電子情報通信学会マイルストーン選定委員会委員長として、大変ご尽力いただいております。この場をお借りして、辻井委員長はじめ選定委員の皆様に対して心から感謝の意を表したいと思っております。マイルストーンの選定にあたっては、過去の遺産を未来につなげたいという辻井先生のご発案により今回の座談会も行っております。

2つ目の事業は、100周年記念事業の協賛委員会であり、青木利晴様に委員長としてご尽力いただいております。企業や個人に協賛をお願いし、募金をいただくとともに、学会の活動や運営の方向性に関しまして有益なご示唆やご意見を頂いており、それらをまとめたものを理事会で検討し、よりよい学会になるよう反映させることになっています。

3つ目の事業は、100年史刊行委員会で齊藤忠夫先生に委員長をお願いしております。100年史は約400ページから500ページとかなり分厚いものになる予定で、歴史や技術を体系的に述べるだけではなく、学術の変遷や発展、さらにSociety5.0に関連した最新の技術トピックも含まれており、非常に読みやすい内容になっています。ご期待ください。

また、各ソサイエティも記念懸賞論文やいろいろな企画を行っております。各支部でも、いろんなイベント企画を行っています。これらに関しては会誌もしくはホームページに掲載されておりますので、ぜひご覧ください。

なお、100周年記念式典は、東京で開催されるソサイエティ大会に合わせて、明治記念館で9月15日に開催されます。このように、学会として100周年の事業として過去の偉業に関する継承と、それから将来に対する展望、それからそれにつなげる橋渡しということでいろいろ活動を行っております。皆さまの暖かいご支援ご鞭撻をどうぞよろしくお願いいたします。

辻井：ありがとうございます。それではこちらのほうからの、ちょっと大変時間が短くて、8分ということで少ないんですが、しゃべり足りなかったことは後ほど、後半の議論の時間におっしゃるということで、一応8分ずつお話いただければと思います。よろしくお願いします。どうぞ。

秋葉：はい。それでは最初、私のほうから「海底ケーブルヒストリーから概観した通信100年」ということで。

この100年を振り返ってということと今後の展望を併せて8分という全国大会より短い時間で話すことは非常に至難の業なんですけれども。私が長く海底ケーブル、特に光海底ケーブルの研究開発と事業に携わりましたので、その観点から2〜3申し上げたいと思います。

今、この図面をお出ししていますけれども、海底ケーブルというのは非常に特殊なケーブルでして、当然海の中に入れるということで、ただ単に線をつなげばいいということじゃないので、例えばすごい絶縁が要るとか、海水の圧力に耐えるとか、そういうのがあって非常に高い技術が要るんですけれども、既に最初の海底ケーブルというのは、江戸時代、浦賀に黒船が来る前にドーバー海峡に敷設されています。当然そのときはトンズなのでビットレートは本当に数えるほどしかないと思うんですけれども、1866年、明治維新の前には大西洋横断の海底ケーブルができていた。そういうところです。

そういう意味で、これは全部で170年ぐらいの横軸の西暦です。縦軸が伝送容量ということで、一番下が10メガ、一番上が10テラですかね。これを見て分かるように、一番右のほうでぐぐっとこう上がってしまっていて、技術革新という意味では、この170年の間でも、ほとんどがこの20年とか30年に集中しているということが言えるかと思います。

ここで私が言いたいのは、この技術の中身はまたいろんなマイルストーンでご紹介されると思うんですけれども、そこに赤い字で書きましたけれども、これを必要としたニーズが非常にマッチしたところをちょっと申し上げたいわけです。研究開発をするときに研究費をくださいと言うわけですが、今度光海底ケーブルで日米間で何千回線のケーブルができますとか言うのと、何をばかなことを言っているんだと。1回線を売るのにどんなに大変かおまえは知っているのかと言われて、それに何百億とかをかけるとはとんでもないという話がありました。けれども、実際問題、このころから日本の産業も国際化といいますか、グローバル化が進みまして、最初の光ケーブルというのは1.3ミクロン再生中継で、何千回線で、当時1分電話すると1,000円とか



秋葉重幸氏

2,000 円とか、すごい高かったんですけども、引いたときにはあつという間に回線が満杯になりまして、じゃ、次をすぐ造れとなって、1.5 ミクロンという、光ファイバでいうと最低損失のところで、日米直結の、本当の日米の直結海底ケーブルというのができました。それができたら当面は要らないよと言われました。

少なくとも、もう 20 世紀中は要らないということと言われたんですが、このときにファクスとか、そういうのがどんどんできました。特に、ファクスの場合は、日米とか日欧の間だとちょうど時差があつて、われわれが仕事をして、こういうのをちょっと検討しておいてくれと送ると、われわれが寝ている間に向こうで検討してくれて、朝会社に来ると、その検討結果が来ていると。

時差がちょうどうまく働いて、このファクスというのは下手な日本語をしゃべらなくてもいいという部分もあつて、これは結構爆発的に増えました。国際標準化ができたというのも大きかったと思います。TPC-4 と言うんですけども、完成したら、これも敷設と同時にもう満杯という状況でした。

そのとき言われたのは、次のケーブルをつくれということで、光増幅の第 5 TPC でした。TPC-5 と言うんですけども、これは一気にビットレートが 500 メガから 10 倍になりまして、しかもそれまで海底ケーブルは切れたら衛星でバックアップするということをやっていたんですけども、もう衛星ではできないというので最初からリングの構成になりまして、容量もバックアップ体制も万全のができまして、我々が言われたのは、これでいくら電話、ファクスが増えても未来永劫^{えいこく}海底ケーブルは要らない、だから研究もする必要はないみたいな雰囲気になっちゃつて、どうしようかと。

ちょうどその頃私も研究のグループリーダーになっていたので、どうしようかと困ったんですけども、それで、波長多重とか、研究をやっているうちに例のインターネット、これが出てきまして。インターネットが出てきたら、ケーブルを何本引いても足りない、そんなふうになっちゃつて、それで逆に光バブルという非常に大変な目にも遭ったんですけども。それであつという間に、この図にありますように、170 年といいますが、もうほんのここ 20 ～ 30 年の間に 6 桁 7 桁近く上がったということです。

よく我々も研究するとき、キラーアプリは何ですかというようなことをよく聞かれるんですけども、これがなかなか、当たらないというか、ここが非常に難しいなと思います。たぶんマイルストーンの中でもこのキラーアプリとか、そういう話はどこかにでているかもしれませんが。その辺はよく偉い先生方が、それは研究者の勘だと言われますけれども、勘といってもなかなか当たるものじゃないと思います。ということで、最後に 100 年を振り返つてというか、これからの 100 年とかも多分あると思うんですけども、50 年後 100 年後にこういうグ

ラフを誰か描く人がいると思うんですけども、たぶんやっぱり右端のほうにぐっと伸びているようなグラフを描くんじゃないかと思います。

ただ、そのときは縦軸が伝送容量とかビットレートじゃなくて、今私が考えているのは、人間と人間がどのぐらいつながるかとか、心をつなぐなんてことではないかと思います。そういうことを見据えて今私が実際にやっているのは「以心電心コミュニケーション」ということで、人と人との間でただ単に情報をやりとりするだけでなく、心をつなぐ、そういうところを研究している今日この頃でございます。以上です。

辻井：はい。どうもありがとうございました。予想はまたも覆されたと。これはやっぱり大きなテーマだろうと思うんですけども、1968 年に時の郵政省が自動車電話のために 25M 割り当てることにしました。それで電電公社、通研がそうかと。1 チャンネル、当時は FM だから 25kHz、1,000 チャンネル取れるね。当時 0.01 アーラン、1 日に 10 分しか電話を使わない。そうすると 10 万加入取れるね。それを日本全国 10 カ所でやれば 100 万加入者、100 万加入者で 1 台がいくら？ 当時は自動車電話を 100 万円と見積もったんですね。今の 500 万以上ですね。100 万円 × 100 万加入者 = 1 兆円。1 兆円産業ならやるべしというので始めて、1979 年ですか、世界ではじめて自動車電話をやったわけですよ。そういうのも数字的には間違っている。

けれども、やったということが非常に意味がありますよね。そういうのがこれからもあるから、今のこの一つの後半の議論のテーマかなと思いますが、それじゃ、次、宮地さん、お願いします。

宮地：大阪大学の宮地です。よろしく申し上げます。電子情報通信学会の 100 周年記念という重要な記念行事に参加できることを大変光栄に思います。私の専門は情報セキュリティですが、大学では数学科で代数的整数論の研究をしておりました。

大学院修了後、松下電器産業(株) (現在：パナソニック(株))に入社しました。そのときに配属された部署が情報セキュリティの研究開発の部署で、ここから情報セキュリティの研究者、技術者としてのキャリアが始まることになり、電子情報通信学会とのつながりが始まりました。

大学時代に情報セキュリティの研究のバックグラウンドを持たない、もっと大きくいうと、工学研究を行うバックグラウンドを持たない私が情報セキュリティの研究者として歩み出せたのは、まさに電子情報通信学会のお陰でした。数学出身の人と工学出身の人の研究の視点はかなり異なります。例えば RSA 暗号の安全性の根拠となる素因数分解も、数学の視点からは理論的に分解できることが分かっているので問題がないという結論にな



宮地充子氏

る。ところが工学の視点では素因数分解にかかる計算量が問題になる。その辺りのギャップを電子情報通信学会の研究会に集まるセキュリティ研究者とのディスカッションで少しずつ理解することができました。電子情報通信学会の開催する研究会が、研究のネタ、方向性を発掘する上で、とても重要な位置にありました。

私が入社した1990年はそれほどインターネットが普及しているというわけでもなかったこともございまして、暗号や情報セキュリティの研究はマイナーな研究でした。ところが、約20年の間にインターネットは急速に普及し、誰もが携帯などを使って情報を入手する時代になりました。この結果、情報セキュリティ技術は専門の人のみならず、一般の新聞にも載るようなキーワードになりました。電子情報通信学会における情報セキュリティの研究の位置付けも大きくなってきています。電子情報通信学会に育ててもらったご恩返しという観点でも、よい研究成果をだせるように頑張っていきたいというのが私の気持ちです。

次に、これからの電子情報通信学会の発展に向けて考えていることを述べたいと思います。電子情報通信学会に育てられ、支えていただいて、情報セキュリティの研究を開始したこともあり、当初は国際会議は海外、ジャーナルはIEICEというスタイルで研究室の成果を発表してきました。IEICEをジャーナルとして選択した理由は、特集号では採択決定日が明確に与えられることです。博士の学生などの場合、採択決定日が博士号授与に影響をあたえるからです。しかし最近は海外ジャーナルも採択決定日が明確に与えられる特集号を多く出版するようになり、ジャーナルもIEEE, Springer, Elsevierなどに投稿することも増えてきました。そういう国際競争の中で、電子情報通信学会が世界に向けた学会になっていくには、やはり海外からの投稿を増やす必要があると考えています。その中で、私はどういった貢献をできるのかと考えています。最近、日本で情報セキュリティの国際会議が開催される頻度が高くなっているように思います。このような日本で開催される国際会議は電子情報通信学会の海外の認知度を上げるよい機会と思

います。私は情報セキュリティの国際会議のプログラム委員長や、主催者として国際会議を実行する機会も増えています。そういう国際会議において、例えばIEICEのジャーナルの特集号として国際会議のジャーナルを出すという方向もできるのではと考えております。

最後に、100周年おめでとうございます。次の100周年に向けて、電子情報通信学会の発展を支えていきたいと思っています。以上です。

辻井：どうもありがとうございました。宮地さんは私の、何年ぐらい前になるんですかね、大阪大学の有名な整数論の山本先生のところにおられて、大学院を出られた初々しいころからよく存じ上げておるんですけれども、楕円曲線暗号で特にいろいろ活躍されています。楕円暗号というのは今はやりのビットコインですね。

あれは暗号通貨とかいいますけれども、これがこれから非常に国際的に普及するのではないかというブロックチェーン、分散処理、金融に限らず。そういう中でやっておられるわけですが、特にここ、宮地さんが書かれたので印象に残っているのは、やっぱり数学で出ると素因数分解なんて当たり前だというかな。要するに全部そういう整数論の世界から見るとね。工学というのはそうじゃなくて、計算量的安全性というような概念、そういうところもなかなか学際的な問題として面白いかなと思いました。

次は遠藤さん、お願いします。

遠藤：NECの遠藤でございます。このような場にお招きいただきましてありがとうございます。私はこれまであまり学会にはコントリビューションして参りませんでしたので、本日ここにいるのは若干気が引ける場所もございすけれども、電子情報通信学会が100周年を迎えることは大変な偉業だと感じています。

やはり継続的に価値を出し続けるということが重要であり、そうしないと継続は絶対あり得ないと思います。そういう意味では、この100年の間には関東大震災や第二次世界大戦などもあり、それらの災禍を乗り越えて学会が継続され、それをサポートする大学や民間企業があるということで、これまでの諸先輩の方々のご努力に大いに敬意を表すとともに、皆さまのご苦勞に対して感謝を申し上げたいと思います。

私どもの会社は1899年に設立され、今年で118年目に入りますが、そういう意味では、100年目を迎えられたこの学会と、日本の電子情報通信という領域を共に歩みながら、一緒にそれを担ってきたということだと思えます。

1977年に弊社の小林宏治が「C & C (Computers and Communications)」という考えを発表しました。当時はこの考え方自体が非常に新しいもので、実はこれは小林自身がNHKのインタビューに応じて言っているの



遠藤信博氏

ですが、当時はアメリカから「何で日本の一企業が“Computers and Communications”ということをやったのか。これはアメリカがずっと研究していたことであり、NECはその情報を盗んだんじゃないか」と言われたほどなのだそうです。小林は、自分は当分の間アメリカには行かないとまで言っています。そのぐらいに当時としては斬新なものだったと思います。今日では、それが非常に当たり前の世界になっており、コンピュータもネットワークもソフトウェア化による仮想化が進んでことで、本当に一体化された時期に来了という感じがいたします。

この100年の中で、私はその後半を中心に生きてきたわけですが、その50年を見ると、その前の50年で培った基礎的な技術というものが、本当に一般の人々に社会的な価値として世に生み出された時代ではないかと思えます。

例えば、1953年にNHKが国内でテレビ放送を始めました。それまでの技術の結集としてのテレビというものの価値を、一般の人が受けられるということは、当時としてはものすごくショッキングであつたろうと思います。私が10歳のときの1963年には、日本とアメリカとの間でテレビの衛星通信のトライアルがあり、例のケネディ大統領の事件が伝わってきたわけですが、遠い海の向こうの国のことがリアルタイムに映像で伝えられるということに、私自身も子どもながらに大きなショックを受けたのを覚えています。そしてその次の年がもう東京オリンピックだったわけです。

先ほどの秋葉先生のお話にもありましたが、大陸間をつなぐようなグローバルな通信については、現在は光海底ケーブルが中心となりましたが、その前は衛星通信が主流でした。私自身も大学時代は電磁波論を勉強していたものですから、いま隣においでになられる喜連川先生のお父さまが三菱電機で電波をやっていたらしゃって、大型アンテナの研究の第一人者でおいでになられて、学会では喜連川さんの講義を何回も聞いたことがあります。

そういうこともあって、私は1981年にNECに入っ

て衛星通信を担当するのですが、これも秋葉先生のお話に関わるんですが、その7年後の1986年には光ファイバの海底ケーブルができるようになってしまっ、そこから衛星通信は一気にグローバル通信の役目から降りてしまいます。

一方で、私が入社する2年前の1979年に、NTTさんが国内で携帯電話のサービスを始めました。当時はまだ鉛電池でアナログ方式でしたが、10年と少しを経た1995年にはそれがデジタルに替わりました。欧州でGSMが始まったのは1992年ですけれども、1995年ぐらいからローミングサービスによって国境を超えて通信ができるようになって普及に弾みがついて、世界中で携帯電話が爆発的に普及して、デジタル化からたった5年で固定電話の普及率を追い越してしまいます。

「コミュニケーションを取りたい」という人間の本質的な欲求に応えるものとして、固定通信は普及していききました。家や会社の外でもという観点からは、いわゆる公衆電話、電話ボックスで対応しました。でも、本当の意味での「いつでも」「どこにいても」という欲求は叶えられていないんですね。人間の本質的な欲求の観点からの、「いつでも」「どこでも」「誰とでも」を叶えたのは、やっぱり携帯電話だと思うのです。それがデジタルになって品質がよくなって一気に広がって、登場から実質、たった20年で固定を追い抜くわけですね。非常に激しい時代に突入したと言わざるを得ません。

私が申し上げているのは、この50年で我々が開発してきた技術が、人間の本質的な欲求、また人間や人間社会に対するサービスというものに、非常に盛んに使われるようになってきていて、それは技術革新の中でより本質的な欲求に近い答えを創ることができる時代になってきたんだということです。

今後のことについて考えてみると、まさに先ほども学会の方向感というお話がありましたが、私はやっぱり技術というものには「基礎」と「応用」という観点があり、後者からものを考えると、やはり人間の本質的な欲求であるとか人間社会の課題というものに対してどういうことができるだろうかということも考える必要があると思っています。

将来のことを考えるうえで人口動態というのは非常に大きな問題で、地球上にいま70億人いるのが、あと約30年後の2050年にはそれが90億人に、1.3倍になります。しかもそのなかで都市化が急激に進展して、現在50%、35億人が都市に住んでいるのだけれども、それが30年後には70%、63億人が都市に住むようになると言われています。人口が1.3倍増えるなかで、都市ではそれが1.8倍になっちゃうんですね。

そうすると何が起きるかという、エネルギーは1.8倍必要になり、食料は1.7倍、水も1.6倍必要ですというようなことになってきてしまう。人口自体は1.3倍しか増えないんだけど、より多くの資源を消費する都

市で増えるために、人間が生きるために必要とされるものが非常に多くなってしまいます。エネルギーが1.8倍ということは、ほぼ2倍ですから、今あるエネルギーのための資源やインフラをもう1個持てきなさいということとほぼ等価であって、その意味で人間社会は将来に相当な問題を抱えることになるわけです。

こうしたことに対して、われわれ電子情報通信学会でも、いわゆるICTの利活用という観点から、どういうソリューションを創り出していくことが重要なのか、またはどういうことを価値として出すために、どういう協力をしていくことが重要なのか、ということになると思います。

今までの技術そのものが価値で、技術を開発するとそのまま価値になるという時代から、技術を寄り合わせてさらに高い価値を創りあげていくという時代に入ってくるという気がしていて、そういう意味で学会のあるべき姿というものも、先ほど海外と日本の学会というお話もありましたけれども、海外も含めた学会の間での共創といいますか、価値を共に創り上げるためのディスカッションの場の提供というのが、非常に重要なことになってくるのではないかという気がしています。

いずれにしても、学会というのはコミュニケーションの場であり、コミュニケーションこそが価値を創り上げる非常に重要な場でございますので、そういう意味で今度とも100年に向かって価値を創り上げるための場づくりということに注力をしていただきたいと思いますし、私ども企業もそういう意味でご一緒させていただけると、大変ありがたいなと思います。以上です。

辻井：ありがとうございます。ちょっと個人的なことですが、すみませんが、1933年、もう60年前になりますが、私がNECへ入りまして7年いたんですが、その頃NECの社内雑誌でこういうことを言っている人がいました。まだ電話が1軒に1台はもろんな時代ですよ。今に電話が腕時計のように小さくなって、世界中どこへでも電話ができて、電話していなかったらあいつは死んだかと思えというような冗談みたいなことを書いている人がいましてね。

それからもう一つは匂いの伝送というのも言っていましたけれども、匂いはあまり需要がないのかな。

今遠藤会長が言われましたようなことで、やっぱりこれから技術というのを上流工程から考えていって、ManagementとEthicsとLawとTechnology、私はこれをメルトアップといっているんですけども、MELTですね。これをPDCAサイクルのように回すというのがこれから大事なのかなと。ちょっと余計なことを言いましたが、一つの話題かなと思います。

それでは、喜連川先生。

喜連川：過去100年で印象に残っていることとこれから

の学会という頂戴した2つの宿題に関しましてお話をさせて頂きたいと思います。

手前みそですけども、やっぱり100年で印象に残っていることというのは、情報大爆発じゃなくて、大を入れるとちょっと品格がなくなるので大は入れていないのですが、情報爆発の時代が定年を迎える前に現実のものとなったということが非常に印象深い次第です。

ご存知のように1870年頃電話が発明され、その後1950年頃コンピュータが現れ、近年インターネットが登場するという歴史の中で、最初に通信の発展があったわけですが、ここ10年の米国のIT関連予算の配分を見ますと、NITRDという組織がIT予算を全府省にわたって調査していますがその長官に去年来て頂きましてお話を伺ったのですが、LSN (large scale network) というカテゴリがありネットワーク技術開発に対応しているようですが、絶対額は変わりませんがGDPの伸びがあり、配分の割合としましては半分位に小さくなっています。そしてその相対的な減り分を補っているのがサイバーセキュリティです。つまり重心は通信そのものから、よりアッパーシフトするような構図になってきております。

その後にコンピュータが出てきたわけですが、コンピュータの性能はこの30から40年でおおむね100万倍の進化がありました。昨今は飽和しポストムーアが話題になっておりますが、そこそこのニーズはカバーされ、性能向上のインパクトは当然のことながら小さくなってきているのが事実でしょう。

このように通信と情報の処理としてのコンピューティングが潤沢に整った結果、その後によりやく生まれたのが「情報の管理」への挑戦の時代です。すなわち、ビッグデータの時代になったわけです。まさにこの変化過程をずっと生中継で見ることができたというのが、この100年の中で一つ印象深いことかなと思っております。

喜連川は何をしてきたのかというと、要するにデータが主役になるような時代が必ず来るはずだと言い続けてきて関連技術をコツコツ研究してきたということだけかもしれませんが、その中で一つうれしいことは少なくと



喜連川優氏

もアメリカのビッグデータというタームがでるより少なくとも8年前ですかね、情報爆発という同義の言葉を生み出して大きなプロジェクトを推進出来たということは感慨深く思っております。

ただ、NECのような大企業がC & Cという言葉を生み出されたときは皆が聞いてくれるわけですが、大学の教官が何かを言っても誰もそんなものは聞いてくれないわけで、原則日本で評価されるには海外で評価されないと絶対駄目というところを痛感します。実際1980年代からわれわれはグローバルに戦うというのを地味なデータベース研究の中でずっとやってきました、15年間、ほぼ毎年トップカンファレンスに論文を出してきましたので、一定程度海外のエンドースも得られました。地道な努力が必要でした。これが前半のトピクスです。

これからの学会についてですが、遠藤さんの非常に高邁こうまいなお話は素晴らしく感じますが、小生はもうちょっと違うアングルで考えていることをお話させて頂きたいと思います。2000年以降全くGDPが上がっていないですが、これは技術観とか高邁な精神が何か間違っていたということではなくて、ゲームが間違っているんじゃないかなと思うんです。そういう視点で学会が何ができるかを考えてはどうかと思います。

今年1月に学術会議に中国NSFCから来て頂きご講演を頂戴しましたが、過去30年で300倍の研究予算拡大がなされてきました。中国は人口が多いため、論文生産量が世界一となり海外の出版社が中国語でをして、新しいジャーナルを作ります。中国の学会が国際会議のレイティングでとても大きな影響力を持ちます。Aランク、Bランク、Cランクなど国レベルで決めています。それを中国の研究者は強く意識して論文を投稿します。世界の論文の中国シェアが圧倒的に高い中で、日本の学会が発言力を高めるためには、学会が緩く協力して、大きな連合体を作ることが一つの策ではないかと感じます。これには賛否両論があるかと存じますが、少なくともこのような情勢を踏まえて議論を深めてはどうか感じます。海外巨大会と伍するためのゲーム設定が大切と感じます。

博士論文に他の論文からカット&ペーストをした話題は記憶に新しいわけですが、先日の知財戦略会議での報告では、いわゆるクールジャパン関連のコンテンツのコピーは中国がNo.1とのこと。海賊版の対策はエンドレスの様相を呈しています。一方、最近中国からの論文はクオリティの高いものがとても増えていることは目をみはる現象で、同時にコピー論文は大きく減ってきています。リトラクション最大の国はどれも日本のようです。小生的にはこれを何とか撲滅すべくチェック機構を日本自身がつくるのが当たり前だと思うのですが、現行の著作権法ではクイックな身動きが不可能です。IEEEはcrossrefの利用を自身の国際会議主催者に対してサー

ビス提供しようとしているようです。この動きの影響は絶大です。制限規定の日本では早々にサービスを立ち上げようと考えても不可能です。技術があっても法律のために身動きがとれないのです。これもゲームの立てつけの段階で負けています。更に、教育は根源的に国家においてもっとも重要な課題であることは論を待ちませんが、教育素材をつくる際に、権利処理が非常に大きな重荷になっていることが健在化しています。著作権という強力な財産権がきしみを生んできており、IT関連学会として、率先してこのような課題について意見を発信することも重要かと思います。ゲームのルール設定をしっかりとデザインすることが大切です。

大陸法か英米法かという議論はあらっぽすぎるというのはその通りかもしれません。どの程度、一般規定にするかという法の設定は技術屋にとってはとても難しい課題が、このような問題に一定の-effortを投入する姿勢を学会自身が示すことは非常に大切だと思います。それがないと要素技術で勝ったとしても、全体として勝てず、結局、存在感が出せないことになるからです。こういう事例は非常に多くあり、100年前には問題ではなかったかもしれませんが、時代を感じる事が大切ではないでしょうか。

ビジネスにおいてもまさに同じことが言えます。アマゾンをはじめとするプラットフォーム化のインパクトを学会でももっと議論すべきではなかったでしょうか。昨今のアレクサの声ビジネスの影響は深淵です。日本の研究者は全員が必ずしも考える必要はないかもしれませんが、もっとたくましくゲームを考える研究者が必須な時代となった気がします。

以上の2つの宿題に対する私の考えですが、電子情報通信学会には大変お世話になっておりまして、100周年誠におめでとうございます。

辻井：はい。大変大事な課題を示されました。特に大学の研究環境は悲惨な問題だと最近思っているんですが、ノーベル賞の大隅さんもよく言っておられるし、それから、4日ほど前でしたかね、山梨大の学長も『日経新聞』に書いて、日本の研究体制を本当にどうするかという問題も。

それでは榎並さん、よろしくお願いいたします。

榎並：はい。元NHK技研の榎並です。と言っても今は東京工業大学の監事をしているんですが、11年前にNHKを退職して、その後、情報通信研究機構に移って、それから今ですから、辻井先生から放送関係で何かしゃべってくれと言われても、もう11年前なのでちょっと古い話になるかもしれないんですが、私がNHKにいたということから、放送サービスとそれからその放送技術の研究の歴史についてご紹介して、今スーパーハイビジョンの時代を迎えるときに、結構日本の電子産業が衰



榎並和雅氏

退している中で苦勞しているというところをちょっとお話ししたいと思います。

このスライドにありますように、放送サービスというのはどんどん進展して、ラジオから白黒、カラーテレビ、それからハイビジョン、スーパーハイビジョン。それから放送様式でいけば、衛星放送とかデジタル放送が始まっている。それからこれ以外にも、FM多重で、渋滞しているところを示してくれる VICS だとか、それからハイブリッドキャストなんていうようなのを開発してきたわけですが、ほとんどこれらは世界で日本が最初に開発したものが多くいんですね。

電子の白黒テレビも最初に高柳健次郎さんがやったし、それから衛星放送も直接衛星放送ということをやったのは日本です。それからハイビジョンも、もちろん NHK が提唱してここに来ているし、スーパーハイビジョンも NHK が主導してやっているということで、結構日本が主導的に開発して進めています。

それから、この図を見ていただくと、テレビの研究を 1930 年に NHK 技研ができて、そこでテレビの研究を開始したんですが、それからテレビ放送を開始するのに 23 年。それから衛星放送も 1966 年に衛星放送の研究の開始をして、それから 84 年ですから 18 年ぐらい研究から実用化まで時間がかかっている。ハイビジョンでは、1964 年、それから 25 年ぐらいでアナログハイビジョン、要は MUSE ハイビジョンというのが実験放送として開始され、デジタルでいけば 35 年もかかっているわけですね。スーパーハイビジョンは 1995 年に研究を開始しました。昨年、衛星試験放送が開始されているということで、これもまた 20 年ぐらいかかっている。

研究開始から実用化に至るまで 20 年ぐらいかかるというのは、通信でいけば、要はインターネットとスマホと、それから、そのアプリを開発するのを全て自分たちでやっているというようなことですね。つまりインターネットというインフラを放送局が一生懸命、東京タワーだとか、いろんなタワーを立てて、そして地方にもいろんな中継局を立てる。それから受像機をみんなで共通化してつくっていく。それから、そのためのカメラ、

そういうのもつくっているということで、全てをつくり始めるということからどうしてもそれだけ時間がかかるということでもあります。

それから、それだけ時間がかかるということと、もう一つは、新しいサービスを始めるに当たって結構先輩たちは苦勞しているんですね。これを見ていただくと、カラーテレビは 1960 年に放送がスタートしているんですが、その 4 年後にハイビジョンの研究を開始している。これからカラーテレビの時代だというときに、4 年後にはもう次のハイビジョンの研究を開始している。スーパーハイビジョンですが、1995 年に研究を開始しているんですが、デジタルハイビジョンというのは 2000 年からスタートしているわけですから、まだ普及前の段階から研究を開始しているということで、要はハイビジョンの研究を開始するに当たって相当その周りの人たちが反対して、何で今カラーテレビが始まるのにこんなのをやるんだというような圧力があつた。

私自身も、この 1995 年辺りというのは部長をやっていたんですね。コンテンツ制作のための機器を開発する部長をやっていたんですが、そのときに今でいう 4K のカメラを作っていたんです。その 4K のカメラを作って、将来はより高精細なものをつくりたいという思いが根にはあつたんですが、4K ですから 4 倍のサイズのカメラから画像を切り取って、ハイビジョン画像を自由に取り出せるよみたいな、要はハイビジョンのための制作システムだと周りには言いながら次の新しいサービスを開発するみたいな、そんな言い方をして結構苦勞したわけですが、

こういう技術屋の努力と同時に、こういうものが、新しいサービスが実用化されるためには技術屋だけじゃなくて、やっぱりプロデューサーとかディレクターだったり、ましてやその経営者ですね。NHK の経営だけじゃなくて、受像機メーカーの経営者、それから官公庁の方々のバックアップもなくちゃいけないし、民放と NHK の関係もちゃんとやっていかなきゃいけないしということ、もうトータルの人たちが一致協力してやっていかないとうまくいかないというのが放送サービスです。

それから、やっぱり規格をきちっと決めていかなきゃいけないというので、ITU、特に ITU-R なんですが、そちらに規格化のための活動をしなきゃいけないというのは結構大変な状況でした。

いずれにしても、そういう総合的なサービスを始めるに当たって、特にハイビジョンは NHK を中心に受像機メーカー、民放、それから総務省、それから、その規格化をする ARIB などが一緒になって研究開発したわけですが、その結果、2000 年ごろですが、日本の電子産業というのはすごく発達して、それで世界をリードしたわけですね。

ところが今、スーパーハイビジョンをこれから実用化していかなきゃいけないんですけれども、まず 8K のた

めのディスプレイを国内のメーカーにお願いしても、なかなかうんと言ってくれない。もう、そういうそのパネル製造から手を引いたということで、なかなか苦労しているというのが一つありますし、それから、受像機をつくるにはデコーダのICが要るわけですね。そのICを作ってくれと言っているんなメーカーにお願いして、ようやくあるところでつくってくれることになりましたけれども、そこに至るまでに相当苦労している。それから、スーパーハイビジョン用のカメラを作らなきゃいけないんだけど、それをつくる余力が国内メーカーになくて、アメリカのカメラメーカーにお願いするとか、結構苦労しているんですよね。

この2000年代のハイビジョンが日本の電子産業を非常に進展させて、世界をリードするような状況を次にスーパーハイビジョンでやっていきたいと思っているんですが、なかなか日本全体のエレクトロニクス産業はちょっと力がなくなって、そこがうまくいかなくて、結局台湾、韓国、中国、あるいはアメリカですかね、その辺りが力を付けて、日本以外の世界からコンシューマエレクトロニクスが進展していくという構図ができそうで、私としてはかなり^{じくじ}忸怩たる思いがあるわけです。

それで、ぜひ2018年にはスーパーハイビジョンの実用化放送を開始する予定です。2020年には東京オリンピック、ここで大きく普及させたいというふうに考えているところですので、ぜひ皆さんのお力添えを頂きたいというのが私の今日言いたいことです。

それから、スーパーハイビジョンというのは、非圧縮の映像データレートでいくと143Gbps要るんですね。それを圧縮してもまだ100Mbps近辺要るわけです。これを衛星だとか地上で放送するために変調方式の高度化で苦労しているんですが、最も私たちが期待しているところは次世代の携帯電話通信ネットワークシステム5Gですね。5Gは10Gbpsぐらいの帯域があるので、そこをうまく活用して、しかもその時代にはディスプレイも、この枠がはまったディスプレイじゃなくてシート型の軟らかいディスプレイが登場しているだろうから、そのディスプレイと5Gとスーパーハイビジョンがいけば、かなり新しい夢が描けるのではないかなというふうに思っています。今後はさらにそのスーパーハイビジョンの次を、立体だとかというふうにやっていくんだろうと思います。

最後に学会の件でちょっとお話ししたいんですけども、実は私は去年まで日本バーチャルリアリティ学会の会長をしていました。バーチャルリアリティ学会というのは全体で1,200名ぐらいの会員の小さな学会なんですけれども、その中で学生会員の比率が335名。なんと比率26%ですね。電子情報通信学会を調べると、2万5,000人ぐらいですかね。それで学生さんが4,000人ぐらい。大体14%ぐらい。約倍の割合で学生というか、若い人たちが多くいんですね。

VRのブームもありますけれども、バーチャルリアリティ学会が今一番力を入れているのはコンテストなんです。バーチャルリアリティのシステムを試作して、それを例えばお台場の科学未来館か何かに展示して、それで優秀なものを表彰するというのを全て学生が運営して、展示や表彰式などをアレンジしているということで、学生がすごく頑張っている。こういったところが活性化している理由じゃないかと思ったんです。

それから理事会も半分は准教授以下ということで、会長、副会長辺りは私みたいなロートルなんですけれども、理事の半分は准教授以下、30代、年を取っても40代ぐらい。やっぱりそれぐらい若い人が頑張ると、会員数は増えるし、学生会員も増えるしということで、ぜひ電子情報通信学会も若い方が頑張れるような環境を用意したらいいかなというふうに思います。以上です。

辻井：どうも。ちょっと高齢者が多いので、私も壇を降りなきゃいかんかなと。

今回100周年ということで、歴史も大事なので、ちょっと高柳先生のテレビの話が出ましたのでお伝えしたいんですが、1917年に創立されて20年といいますと、1937年、そのときに冊子が出ていまして、それで「20周年を祝し歴代会長一言を述ぶ」というのがありまして、そのとき見ますと既に高柳健次郎のテレビ、それから丹羽保次郎の写真電送、それから松前、篠原の無装荷ケーブル、こういうのもでているんですね。

研究と財政の課題。例えば榎並さんがNHKの所長をやっている頃は、竹中平蔵さんじゃなかったかと思うのですが、財政担当は、NHKの技研なんか要らないんじゃないかという話もあったように記憶していますけれども、そういうとんでもないことを言う人がいるんですよね。だから、それをどうやっていくかね。これも久間さんの宿題。ちょっと大変なんですけど、よろしく願います。

久間：総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）の久間です。今日は日本の科学技術政策について、お話ししたいと思います。私はもともととは企業の研究者で、1985年から2000年にかけて、光ニューロチップや人工網膜チップという、今でいうAIのハードウェア化について研究をしていました。

人工網膜チップとは、画像処理機能を兼ね備えたCMOSセンサで、これを世界ではじめて大量生産し、携帯ゲーム機器に搭載しました。それが1998年のことです。99年には携帯電話にオプションカメラとして搭載し、画像伝送をやりました。そのまま研究者でいたら、もっと面白い人生があったかなとも思いますが、その後、2000年過ぎからマネジメントのほうに移り、今に至っています。

さて本題ですが、電子情報通信学会の中核領域は、当



久間和生氏

然のことながらエレクトロニクス、通信、情報処理です。これらの分野は1970年以降、飛躍的な進歩を遂げ、急速なデジタル革命を引き起こしたわけです。

エレクトロニクスはシリコン集積回路や化合物半導体、液晶デバイス、垂直磁気記録、それから通信分野では超高速の大容量光ファイバ通信、無線通信、放送技術、情報処理分野ではメインフレームからパソコンへ、さらに携帯電話や携帯情報端末などが実用化されて、それぞれの分野で我が国の産業を牽引してきました。これまでの電子情報通信学会の産業界への貢献は、大変大きいと思います。マイルストーンがいくつもあると思うのです。確かに過去100年を振り返ればそうなのですが、では、これからも大丈夫なのかというのが私の問題提起です。

なぜかといいますと、皆さんご存じのように、最近インターネット、GPSなどが普及し、アマゾンとかグーグルのように、まずビジネスモデルを考えて、研究者が一生懸命開発してきたエレクトロニクス技術や情報通信技術などを上手く活用して、大きなビジネスをつくるという産業が、新しい潮流になっています。そして、その頭脳として、人工知能やビッグデータ処理といった技術が注目されている。

ですから、情報通信技術やエレクトロニクスにおいて最先端技術を開発しても、それが自分たちの利益には上手くつながらずに、新しいビジネスモデルを考えた人たちに利益を持っていかれてしまうわけです。

日本はノーベル賞を確かにたくさん獲得しています。しかし、イノベーションはどうか。

イノベーションには2つあり、1つは技術を深掘りして既存技術を圧倒的に凌駕し、革新的な技術を生み出してイノベーションを起こす「先端技術開発型イノベーション」、もう一つはビジネスモデルありきで、ICTを徹底的に活用しイノベーションを起こす「ビジネスモデル創出・先端技術活用型イノベーション」です。

日本はこれまで前者は得意だったけれども、後者は弱い。しかし、産業の価値はハードウェアコンポーネントから、ICTを活用したシステムとかサービスといった

方向に確実に移っています。要するに利益は後者に移っていくということです。

ですから今後何をすればいいかというと、これまで日本の強い分野であったハードウェアコンポーネントをさらに強くすることと、ICT技術を徹底的に強化しながら、それらの融合したシステムとしてのビジネスをつくっていく、こういう戦略が必要だと思います。

そのような産業構造の変化を背景として、CSTIでは第5期科学技術基本計画を策定し、昨年4月から実行段階に入りました。まず日本の産業をいかに強くするかが重要です。日本の産業をしっかりと強くし、そして社会課題の解決を両立させる。このような目指すべき将来の産業構造、社会構造が“超スマート社会（Society5.0）”です。

第5期基本計画におけるその他の重要課題は、人材力の強化、資金改革の強化です。資金改革とは大学が中心ですが、大学をどう変えていくか。それから、産学官連携をいかに強化するかというオープンイノベーションも重要であり、これらが第5期基本計画の大きな課題です。

Society5.0の概念は、いわゆるサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させること、そして重要なのが、経済発展と社会的課題の解決を両立させるということです。Society5.0とは、経済成長と社会的課題の解決を両立し、人間中心の社会をつくっていくというコンセプトなのです。

Society5.0を実現するためにはICTが非常に重要です。「『Society5.0』プラットフォーム構築」の図には、ものづくり、エネルギー、自動走行の3つのシステムをコアシステムとして、11のサイバーフィジカルシステムが書かれています。

これらのシステムの開発には基盤技術も重要です。基盤技術には、サイバー空間での基盤技術とフィジカル空間での基盤技術、それをつなぐネットワーク技術の3つがあります。具体的にはAI、ビッグデータ、サイバーセキュリティ、ネットワーク、ロボット、センサ、省電力デバイス、アクチュエータなどです。こういった技術を開発するとともに、データベースをしっかりと構築する必要があります。

日本はデータベースがばらばらに存在しているため、既存のデータをどうやって束ねていくかが難しい課題です。データベースはケースバイケースで検討すべきです。

例えば研究開発法人を想定し、物理的に一カ所の記憶装置にデータを蓄積するデータベースもあれば、自動走行システムのダイナミックマップのように、民間企業がデータベースをつくりビジネスにするケースもあります。あるいは、物理的には1カ所に集まっていないデータを、あたかも1カ所に集めたかのようにする分散データベース構築も可能です。それぞれの分野でデータベ

スを整備し、しかもそれらが将来はつながる仕組みにすることが大切です。さらにこのようなプラットフォーム構築にあたっては、国際標準化や知財戦略も重要であり、これらも含めて第5期基本計画で推進していきます。

ここで特に強調したいのですが、Society5.0実現の取り組みを、各省庁、大学、企業がばらばらに進めては全く意味がありません。産学官一体となってSociety5.0実現のための連携の仕組みをつくらないといけません。現在、CSTIが中心になり、経団連などの産業界との連携を強化しています。それから、安倍総理直轄の人工知能技術戦略会議や経済財政諮問会議とも連動させています。また現在CSTIが中心となって推進している国家プロジェクトであるSIPやImPACTでは、Society5.0実現に貢献するように各プログラムの計画の軌道修正を行いました。特にSIPは、各省庁連携で研究開発を推進することで、Society5.0のロールモデルとなりつつあります。

私は企業にいましたけれども、各部門が連携できている会社は実に強い。連携ができず事業部門ごとにばらばらの会社は弱いのです。連携できれば、シナジーで新しい事業ができるし、開発した技術の使い回しもできる。国もそういう意味で連携できる体制にしないといけないということです。以上です。

辻井：どうもありがとうございます。それでは土井さんが来られましたので、お願いします。

土井：土井です。遅れてまいりましてすいません。朝、奈良先端科学技術大学院大学の入学式に出ていましたので、30分だけ顔を出して駆け付けました。すいません。

私は今、情報通信研究機構の非常勤の監事を務めておりますが、それ以前は今多くメディアに取り上げられている東芝でいろいろ仕事をしていました。

100年ということですが、私が東芝にいたのは35年なので、その半分にも満たないんですが、その関わった製品群の中で今のサイバー空間から実空間までつながっていると、コネクティッドソサイエティというところに少しでも関わったものは何なのかなと振り返ってみました。

その中の、ここに今3つ挙げていますが、自分が関わったものなので狭いかもしれませんが、1番目が日本語ワープロであります。仮名漢字変換、これが何でサイバー空間から現実世界への窓なのかなという話なんです。一つは、それまでは2バイトコードというのは計算機の世界では扱わないと。扱えるんだけど、扱わないのが当たり前みたいな感じだったんですが、仮名漢字変換ということで、ローマ字のアルファベットのキーをたたいて、それで違う言語に変換されると。これによって日本語だけでなく他の言語、世界中の言語がウェ



土井美和子氏

ブ上で使えるようになってきているわけです。そういう意味では、母国語がどこの国でも使えるようになって、これで今オンラインショッピングとかいうことができるようになっていく。そういう意味では大きな窓を開いたのかなというふうに思っております。

次に私が関わったもので、きょうも私はずいぶん使ってやってきましたけれども、道案内のシステム。目的地までどうやって何を使っていくのが一番効率的なのとかいうところなんです。これをやったときには、今はもうIoTとか、そういう関係でウェアラブルというのがありますけれども、1999年にウェアラブルの研究をせよと。その当時はサド・スターナーとかが歩きながらメールを見るとかいうのをやっているんですね。

歩きながらまで仕事はしたくないな。歩きながらだったらやっぱり欲しいのは、いつもよく道に迷っていたので道に迷わないものと、あと、せっかく歩くんだったらダイエットだよねと思ったというところで、道に迷わないようにするというところで、このekitan.com。その当時はパソコン上でサービスをしていました。経路だけを案内していたわけです。

ところが当時の携帯電話はまだ白黒であり、文字しか出すことができませんでした。なので、その経路を図形認識で認識してテキストに換えるということをして、今のような道案内を達成して、ドコモ、iモードで公式サイト、世界ではじめて携帯電話でこういうものを実現したわけです。今ではたぶんメールとこれだけは携帯、スマホで使えますという方は多いんじゃないかというふうに思います。

3番目が今のIoTにもつながると思いますが、加速度センサなど、センサを使って行動を計測して、それを見える化するということです。ダイエットしたい。ダイエットするんだったらどれぐらい運動しているか、一体何を食べているのかということをやりますということで、食べているものはカメラで写真を撮って、それを解析できないかというようなこともやっていました。

この3つをやってみて思ったことは、やはり実際、先ほどもデータというお話がありましたけれども、今まで

はあうんの呼吸とか無意識に言っていたものをきちんとデータ化して使えるようにしていくということの重要性を感じました。特に道案内のシステムでは、それはもともとデータがある部分とない部分があったわけで、それをうまく組み合わせてやっていくということが一つですし、LifeMinderと書いていますが、このウェアラブルではやはりまず人間の行動を測るというところから始まったわけです。そういうのが非常に重要だと思っています。

あともう一つは、そういう意味でこれらは、ワープロのほうはある程度社業に貢献したとは思いますが、その後で実は失敗をしています。当時マイクロソフトからIMEとして東芝の仮名漢字変換を使いたいという話がありました。もうしゃべっても大丈夫なんだろうと思うんですが、1台当たりパソコンに載せるのに、たぶん東芝としては100円とか10円とかいう交渉をしていたんだと思うんですね。向こうは1円か0.1円ぐらいだと思っていた。

でも0.1円は、もうお金を、それでもいいから使ってもらふことということをしていれば、今はIMEが全部東芝の仮名漢字変換になったので、随分ライセンス料としてはもうかったはずなんですけれども、どうもそういう意味で、先ほどもご指摘がありましたけれども、どういふところでもうけていくか。1台で大きくもうけるのではなく、薄く細かくたくさん大量にという、そういうビジネスモデルですね。そのところがまだやはり足りないのかなというふうに思います。

最近でも、私はもう企業を卒業しましたけれども、卒業する前も卒業した後からもいろいろな企業の方からお話を伺うのは、新しい事業を取り上げろと。100億円だと。いきなり100億円の事業なんて、そんなに簡単にあるはずはないんですよ。リーンスタートアップ、スモールスタートアップをしないといけない。それを許さない風土というのはやはり問題であるかなというふうに思います。

このLifeMinderと書いてあるこれは、思い起こすと安西先生が工学部長だったときにJSTの科振費で一緒に作り始めたのが最初です。その当時JSTのそれでは、ビジネス化をしないといけないというのが重しになっていました。私も相談する先を今思うと間違えたなと思うんですが、売られてしまいましたけれども、医療の事業部門に「こういうのをぜひビジネス化したいんですけれども」と言ったんですけれども、1台何億という、何千万というマシンを売るのをやっているの、そんなところで営業さんはふんとか言って全然こういうこまい商売には振り向いていただけなかった。

残念といえば残念なんです、こういう1台1台はハードウェアとしてはほとんど安くてもうからない。けれども、サービスとしてもうけるというところのうまみというものをやはりきちんと考えてみる。そのためのス

モールスタートアップ、リーンスタートアップというものを考えてみるということも日本の企業には、ベンチャーを含めて大事なかなと。ぜひベンチャーキャピタルの皆さまも、そういうところにきちんとお金を出していただけるとありがたいかなというふうに思っております。どうもありがとうございます。

辻井：どうもありがとうございました。それじゃ、大石副会長。

大石：はい。少し数学に偏ってお話をさせていただきま。電子情報通信学会の基礎に関わってきました。私の先生は堀内和夫先生で、早稲田大学の教授で、1952年に学位を取られました。早稲田へ入ってアンテナの研究するために、電磁波伝搬の研究をされていました。

その当時の先生方で電磁波の研究をされている方はたくさんいらっしゃったと伺っています。堀内先生は導波管の分散性で波形が歪むことを複素積分の鞍部点法による評価とかウィーナー・ホップ法とか、リーマン-ヒベルト法とかの数学的な手法を使って研究されておられました。その後、情報理論や回路とシステム理論も同様な数学的手法で解析できることを発見された。

すなわち、積分方程式論でやるという話から関数解析みたいな数学の抽象的な理論が使われるようになりました。それには、集合論がベースにあって、集合論は難しいのですけれども、それが非常に役に立つことを示されました。通信工学の基礎として関数解析が役に立つことを日本ではじめて指摘された方のお一人だと思います。パターン認識だと飯島泰蔵先生、そのお弟子さんの小川先生、もそういうお話をされています。通信工学に抽象的な数学、特に集合論に基づいた数学が役に立つということを私の先生が言われたのは1960年代ですが、非常に素晴らしい仕事と思っています。

先生はその後、写像概念を拡張した多価写像の不動点定理を使った安定性理論などをつくられて行きました。私は実は堀内研に入って、学位論文では、ソリトンの研究をしました。非線形現象の代数的な解法に非常に興



大石進一氏

味を持って、フレッドホルム行列式の形に一般解が書け、フーリ解析の非線形への拡張が考えられるということで学位を頂きました。しかし、ソリトンは佐藤幹夫先生という数学的な天才が参入してきて、私のやっていた方向をずっと後ろから来てあっという間に追い越されたので、学位を頂いたのを区切りに違うことを研究することにしました。すなわち、非線形方程式の厳密解析けれども、代数解析が使えない方法を考えようということで、計算機の精度、誤差を全部正しく押さえた上で非線形方程式の解の存在性や一意性を証明したいという精度保証付き数値計算の分野に入りました。

これは実は堀内先生がやっていらっしゃった多価写像という考え方に包含される研究テーマになりました。すなわち、真の値を区間の中に捉えるという区間解析という考え方が基礎となる研究テーマを追求することになりました。堀内先生の弟子としてはいい方向へ行っただけ今は考えています。研究を始めた頃の1990年頃、連立一次方程式の正しい解を求めるのにどのくらいかかるかという、近似計算の大体100万倍ぐらいかかり、100万連立ぐらいまでしか解けなかった。

それじゃ、全然使いものにならないということで、研究して10年ぐらいたったときに、はっと思いついた方法で、近似計算の2〜3倍の手間で100万円とか1,000万円の方程式が解けるようになる成果が出せました。さらに、偏微分方程式を解くと離散化する誤差もあるんですが、丸め誤差だけでなく全部厳密に評価して偏微分方程式の解の存在証明まで現実的な時間でできることが示すことができました。

まとめてみると、われわれの先輩の世代は電子通信の中に関数解析という数学が役に立つことを示した。我々弟子の世代は具体的な応用は何なんだろうということをずっと追究してきたということになります。

精度保証付き数値計算というのは数値計算を使っても実数を厳密得ることを示した。応用として数学を通信の中に入れたのだけれども、今度は精度保証付数値計算を使って数学の証明ができるということで、数学へお返しができるという時代になりました。

端的な例でいうと電卓とか、あるいは皆さんはエクセルを使われると思うのですが、あれは間違いだらけです。私は数百という間違の例を持っています。簡単に言えば、預金の複利計算も時々間違えます。だから余計に払っていることもあれば、少なく払っていることもあるかもしれません。

最近は数学者からそういうことができるならこういう問題を解けないかと言われて共同研究を行うことが多々あります。例えばサーストンの幾何学予想に関連する3次元曲面の分類に関して精度保証付き数値計算を使って双曲性を証明する論文を『Experimental Mathematics』に出しました。

LSIの配線で重要になる、線が交わるかとかの問題を

抽象化した計算幾何学があります。計算幾何学のアルゴリズムは実数計算が正しくできるという過程を置くなら、必ず正しく計算できるアルゴリズムは多くあります。しかし、計算機を使って倍精度浮動小数点計算でも間違わないで計算できるのかというのは精度保証付き数値計算の出番となります。

それからビッグデータ解析。例えばケプラーが火星の軌道を楕円軌道だと言ったわけですが、ケプラーの時代はちゃんとした数学というのはユークリッド幾何学しかなかったのですね。ユークリッド幾何学は、ギリシャ時代の数学は対象が幾何学なので円と楕円の数学です。だからケプラーは例えば火星の軌道は楕円だろうとして証明した。ケプラーがやったのは、ティコ・ブラーエが持っていたビッグデータをうまく取り込んで、火星の軌道が誤差はあるけれども、楕円にすごく近いということを示したわけですね。

ニュートンの時代になると力学の方程式を出し、その解として火星の軌道が楕円であることが出る。誤差の範囲で楕円軌道であることが力学の万有引力の法則を仮定すればでてくるわけですね。

こう見てくると計算機だけの解析ではサイエンスはつぐれないことが分かります。要するに計算可能性は非常に狭い範囲の数学なので、でてくる結論には限界があります。しかし、例えば万有引力の法則が成立するというような仮定をすると強い結論が言えます。微分方程式の解の存在証明や具体的な解の形を与えるのに精度保証が使えますので、精度保証付き数値計算はビッグデータ解析からサイエンスつくるのにお役に立てると考えています。

以上、堀内先生の代と私の代の2代を振り返らせていただきました。最初は関数解析が情報通信に導入されいろいろ応用されました。今は精度保証付数値計算の技術ができて数学の証明に役立つという時代になりました。終わります。

辻井: はい。ありがとうございました。先ほど名前の出ました飯島先生のお弟子さんが小川英光さんですね。論文賞を6回取っている人ですが、この小川英光さんの弟子が今41歳、杉山将さん。よく新聞に出ていますね。最近、理化学研究所のAI関係の所長をやっていますよね。そうやってつながっているんだなということを感じますね。

それから数学との関係でいうと、これは宮地さんの専門ですが、楕円曲線暗号、これはこれからビットコインできっと普及すると思いますけれどもね。RSAよりいいことは前から分かっていたんですが。例えば中央大学の趙という教授がいて、虚数乗法論というのを使ったんですよ。そうしたら数学の先生がびっくりしまして、そんな数学の最先端をすぐに工学に役立てるのかというような、そんなことがありまして、これは数学と

の交流も非常に大事だと思いますが、さて、ちょっと少し私もまとめさせてもらいたいんですけども。

日本の研究開発がちょっと今は沈んじゃって、特に大学関係は何か悲惨な状況ですよ、要するにお金はもちろん足りない。それから時間が問題なんですね。これは何ですかという、要はオーバーコンプライアンス。オーバーコンプライアンスが日本を減ぼすとまで言っちゃいけないけれども、とにかく会計文化が強くなり過ぎちゃっているんですよ。会計文化というのは切り分けるんですよ。ところが研究文化というのは融合しないというアイデアは出てきませんよね。

今、競争的資金はそれで増えてはいますが、自由に使えるお金が減っていますね。昔、講座費というのがあって、財務省は、「何だ、あれは」と。何か一つ一つ用途を決めないと気が済まないんでしょうかね。

それで、競争的資金を獲得するのに競争率が大体10倍位なんですよ、今。だから作文でいかにアピールするか。審査に並んでいる先生達も専門家とは限らないから、作文力でかなり決まる面もあるんですね。通れば通るで、今度は計画どおりいっているか。

もう一つは、やっぱり概念構築能力が日本人には弱いのか。佐藤会長が前回、3月29日にいられて、概念構築やアーキテクチャ構成能力が弱いんだという話をされたんですね。弱い、強いとはなかなかこれは難しいんですけども、例えば思想、哲学なんかの分野で井筒俊彦なんて人は、これは司馬遼太郎が20人も天才を集めたような人だと言っていますけれども、とにかく海外ではかなりイスラム教、あるいは東洋思想で評価されているんですが、20年程前に亡くなったとき、新聞はほとんど取り上げないですね。遠藤周作が何で取り上げないんだ、不思議だと言っていました。何か日本人の出した思想とかはあまり評価しないということは、これは確かにあります。

例えばサービス工学ですね。榎本肇先生が1985年ぐらいに出しているんですよ。私も付いてこいと言われてある会に行くと、司会の大先生が、「いや、私は女性に対するサービスなら得意なんだけれども」と笑わせたりして、そういうレベルだったんですね。ところが10年たったらIBMが同じように出してきたり、榎本先生も世界中で講演して回ってはいったんですけども、なかなか日本人同士評価し合わないというのは、これは明治維新の後遺症かですね。ということが一つ。

例えば暗号でいうと、境、笠原らのペアリング。暗号といってもいろんな分野があるので10分野ぐらいあるんですが、国際会議で、4割ぐらいがペアリングだろうといわれているぐらいだった、4～5年前ですがね。これを出したのは、やっぱり境、笠原さんですが、あまり日本人はあまり評価しない。論文の査読もちょっと完璧主義で、アイデアの面白さよりも、きちっとしているかという方に重きを置くというような感じがしております。

す。

今後、総合科学的な思考が非常に大事になり、法令工学のように法律と論理を結び付ける、あるいは、デジタルフォレンジックというような証拠の保全、それから開示扱う、監査と法律と技術の融合も、こんなようないろんな分野が拡大しているということがあると思う。それから次をお願いします。

それで、榎並さんが言われたように若い男性に活躍してもらおう。これは当然としまして、これから人口がどんどん減っていく中で、女、高、外、ポストク、AIロボット、これの活用だろうと思っているんですがね。女性について言いますと、今理事さんが4名おられますね。20年前に私は会長をやっていた頃、女性会員は誰がいますかとある人に尋ねたら2人です。土井さんと荒川さんですと。こういう話が返ってきたんで、そんなはずはないだろうということで調べてもらったら800人。あの時は会員が4万人ぐらいいましたかね。

最近はどうなっているかと思って聞いてみたんですよ。10年前は大体900名ぐらい。それから昨年度、これが1,300名。今、会員は3万人いないんですか。ですから、要するにこの10年で約1.5倍に増えているということは間違いのない。これは非常に明るいニュースで、女性の活躍というのは大変期待されます。次に高齢者。技術者の人生はMSGH、モラトリアム、スペシャリスト、ゼネラリスト、それからホビーストですね。これが普通かもしれない。

先ほど久間さんが言われたんでしたかね。もっと現役でいたら面白かったという話があるんですけども、大体会社の研究者、技術者も40代の半ばになれば、もう管理職になっちゃいますね、大体ね。マネジメント。それはやむを得ないから、その間も例えば三菱電機の松井さんという部長なんかは、部長になっても1年に1回は論文を書くんだと、暗号と情報セキュリティの学会に出たりしていますね。何か続けていて、もう1回スペシャリストに復活する。

だから、モラトリアム、スペシャリスト、ゼネラリスト、それからスペシャリスト。スペシャリストに戻った時は、確かにエネルギーは衰えているんですよ、若い人みたいにはないですから。ただ総合的な知恵というのかな。これはいろいろ勉強していますから増えていますから、だから概念構築能力というのは70歳がピークであるというある脳科学の結果も出ていますね。ですから、あまり年寄りを使い捨てにしないで活用していくという、これはこれで大事だろう。

それからもう一つは、ポストク1万7,000人。これは私もこれを養うので苦労しているわけですが、3人のうちようやく1人を名古屋の大学に就職して、まだあと2人いるという状況なんですけれども、何とかこのポストク1万7,000人というのも、これを活用しないといけない。本人たちも気の毒です。終身雇用じゃない大学の若

い研究者が6割とかいっていますね。先生というか、助教も入れてでしょうけれどもね。これを何とかしないと、本当にこれは大変もったいないなという感じがしますね。これでおしまいですかね。

それで、さっきもちょっと言いましたね。これからやっぱり総合的な方向が一つ。社会だけじゃなくて、例えば、今のビットコイン、こういったものを考えるときも、まずテクノロジーがありますと。これに対してマーケットもあれば、いわゆる会社の経営もあれば、もっと細かい管理もあるということでマネジメントで、それからエシックスですね。

エシックスといっても、行動規範とか心理ですね。こういったものも、もちろん大事ですね。人間の内面。それから法律ですね。さっき言った法律が論理的に正しいのかというような法令工学とかね。

こんなことで、先ほども言いましたが、MELT Upする。何をアップするかという自由の拡大、安心安全、プライバシー、こういった価値観を単にバランスですねと言わないで、総合的に止揚する、こういうことが非常に大事だろうと思っているわけですね。

そういう方向にだんだん総合化といいますか、持っていくんだらうなと思います。あと50分ありますので、これからの日本の科学技術の発展、それに対して学会は何をやるのかという学会の在り方、こういったことを中心にこれからは議論を願えればと思います。

それでは、ちょっとお待たせいたしましたけれども、また一番向こうへ戻りまして、秋葉さんから一つ。

秋葉：そうですね。先ほどコンセプト力が日本は弱いということなんですけれども、アイデアは当然ですけれども、日本人も結構出すと、結構大きなアイデアも含めてですね。

ただ、そのコンセプトにお金を付けてどうやって実現するか、そこまでなかなか考えないというのですかね。そこは感じますね。これを変えていけるかなんですけれども。昔、アメリカとヨーロッパの人がアフリカワンというのを持ってきました、ワンというのはオプティカルネットワーク、そういうワンですかね。ONE。アフリカを1周する海底ケーブルを造るとか、そういうアイデアは日本人も出すと思うんですけれども、彼らは国連から莫大なお金を持ってきて、プロジェクトにしたんですね。

実際にはプロジェクトの立案のお金しか取れなかったんですけれども。そういうアフリカ1周海底ケーブルを造るというアイデアぐらいは、アイデアぐらいはなんて言っちゃ失礼なんですけれども、当然日本人にもそういう方がたくさんいらっしゃると思うんですけれども、じゃ、それを国連に持って行って交渉して、アフリカはお金がないから国連が出してあげないといけなと、そう説得して、少なくともそのプロジェクトを起こす、何

千億じゃないですけども、100億ぐらいのお金はすぐ集めると、そういう力かなという感じをもちっと持ちました。必ずしもアイデアがないわけじゃない。

辻井：はい、ありがとうございます。途中でですけども、何か会場のほうからご質問等はございませんでしょうか。どういうことでもよろしいですけれども。元総務省の武井さん、いかがですか。

武井：今日は沢山の先生方の素晴らしい業績を伺え大変勉強になりました。辻井先生から元総務省ということでご指名されたと思いますが、退職して2年も経ったので、総務省の見解ということではなく、個人的な感想をコメントさせていただきます。

去年の秋から電子情報通信学会の企画戦略室に参加させて頂いており、これから学会はどうすべきかとの議論を拝聴しています。が、まだ課題大と感じていますので、そのことに言及させていただきます。

大まかに言うと、電子情報通信学会は、学会を目指すのか技術者協会を目指すのが基本的な課題と感じています。日本語では電子情報通信学会ですけれども、英語の名称はInstitute of Engineersです。英訳すると技術者協会ですが、その下にソサイエティという学会があり、実態はアカデミックに近い場と思います。どうやって外の人々、学会に入っていない異分野、異業種の方と連携をしていくのか企画戦略室で議論されていますが、今と似たような立場でいくと、アカデミカルな形だけでは敷居が高いという印象です。

今すぐには難しいのかもしれませんが、官庁、通信事業者、大学とか様々な分野の人々が、立場を離れて、日本のICTをどうしたらよいのかをフラットに議論できるような場もあればいいと思います。一方現実の学会は、論文のために研究会活動を充実しなければならない、全国大会も旧交を温める場として重要となると、部外者には何となく近づきにくい印象があります。今後ICTが更に変わっていく中で、どうすべきかという議論が色々出ていますが、その中で通信学会が何を目指していくのかを、考えて行けばと思います。

たぶん伝統的なアカデミカルな学会は、結構こじんまりと純粋にアカデミカルにやっている。それから、先程話題になったVR学会のようにいろいろ動いている学会もあります。大所帯の電子情報通信学会はどこに行くのかが、ICTを日本はどう進めたらよいのかのヒントになる気がします。そのようなことも考えて頂ければと思います。

辻井：いかがですか。久間さん。

久間：今、多くの学会で会員数が減っています。中でも産業界の会員が減ってきているのは、非常に問題だと思

います。

産業界が離れる学会は衰退すると思います。先ほど武井さんがおっしゃった数学会とか、物理学会のようなピュアなサイエンスは別です。工学に関係する学会で産業界の会員が減っていくと、学会としての存在感は弱くなります。

ですから産業界に役立つ学会、産業界が興味を持つ学会にするにはどうすればいいかを考えねばいけません。これは重要な課題だと思うのです。もう一つ、学会は、若手研究者が発表して聴講者に厳しい意見をもらうことで、育っていく場です。また、参加して他の分野を一つでも勉強することで、自分の研究に生かすにはどうすればいいかを考える場として有用なのです。

人材育成という点からすると、様々な幅広い分野を知った人材、事業化に強い興味を持つ人材、エレクトロニクス技術等の特定分野を深掘りする専門家、知財・標準化の専門家など、多様な人材が必要です。

そういった人材をどう育成するかですが、今は教育の場も研究の場も縦割りになっていると思うのです。人材育成に関しては、この縦割り組織を再編する、またはそれぞれの分野がもっと連携して新しい分野をつくる工夫が必要です。

それから、科学技術に関する予算が少ないという問題は、確かにその通りです。拡充が必要だと思います。一方、科学技術基本法ができてから今まで、どれだけ国が科学技術予算を投資したか。それに対して十分なアウトプット、アウトカムがあったかどうかを考えると、私は改善の余地があると思うのです。費用対効果を高くしなくてはならない。

これまでに開発した研究成果の多くが、研究開発法人や大学に溜まっていて、上手く実用化できていないのではないかなと思うのです。これらの中にも、産業等に活かして GDP 600 兆円達成に貢献できる技術は、たくさんあると思うのです。そういった技術を実用化しながら、次の基礎研究、応用研究を行うという仕組みが必要です。ここをどう解決するかが課題だと思います。

学会に、目的を明確にした基礎研究であるとか、大隅先生がおっしゃるような研究者の好奇心に基づく学術研究とか、すぐに実用化できる、もう少し頑張れば実用化できる開発研究とか、こういう分け方のセッションがあれば、産業界はかなり興味を示します。そういう工夫も必要だと思います。

笹瀬：私は、現在、慶應義塾大学に勤めておりますが、昨年 10 月から大学全体の研究連携推進本部の副本部長も務めており、大学と企業・官庁との連携や、総合大学と学部間の連携の推進を推進しており、ある意味、学会と非常に近い働きをしています。

学会では、先ほど武井様からお話がありましたように、個人個人で求めているものがかなり異なると思いま

す。言い方を変えると、達成感を求めるか、有益感が求めるか、受け身で欲しい情報を取るだけか、あるいは何か自分から能動的に参加するかなど、かなり意識が異なります。正面に映写されているように、いろんな学会活動を、縦軸、横軸を使って図式化してみました。

私は、今一番欠けていると思うことは、先ほど辻井先生もお話しされていましたが、私が若いころは企業もおおらかで、大学もおおらかで、奨学寄附金や、指定寄付金という比較的自由に研究教育のために利用できるお金を頂くことができ、私はそれを使って学生に好きな研究テーマを自分で見つけ、楽しく研究に没頭し、よい論文を書いてくればいいという指導ができる環境にありました。その結果、いろいろなテーマに取り組み、かなり自由にアイデアが出たと思います。企業とも、テーマは詳細には決まっておらず、かなりおおらかな共同研究をして、いろいろと面白い研究が生まれました。いろんな分野の方が、自由に話し合え、かつ専門家が集まる場所として、大学がハブになる。同様に、学会もハブになって、そこに来れば、その分野の専門家に会えて、楽しい議論ができ、お互い刺激を受けることができる場の形成が大切だと思います。ただ単に情報を取るだけだったら、ネットで検索するだけで十分だと思います。

重要なことは、何かを与えて何かを受けるという仕組みをやらないとうまくいかないのかなということで、分野の違う方が交流できるようなサロンのような場所づくりだと思います。経済貢献、社会貢献できる新しいものを生み出すための情報発信や、柔軟に活動できる場をつくらないと、学会としては生き残れないと思います。

それからあとは、年配の方が活躍できる場ですね。IEEE の場合は、ライフメンバー制度があり、自分の年齢と学会会員年数を足して 100 以上で、65 歳以上になると自動的にライフメンバーになれる。こういう方々が、本会でも交流の場でご活躍していただけると非常にありがたいと思います。

先ほど辻井先生がおっしゃるように、スペシャリストとして活躍できる場を学会もつくって、若い人が影響を受けるような場ができれば非常によいと思います。学会はいろいろ変わろうとしていますので、ぜひ皆さんからいろんなご意見を頂けるとありがたいかなということでもよろしく願いいたします。

辻井：はい。喜連川先生。

喜連川：僕は久間先生がおっしゃられた、とにかく日本が元気になるというのに学会はどう貢献するかを真剣に考える。その一点に尽きると思います。

若い学生を見ていますと、最近の学生はやっぱバブルの時期を体感していないんですね。従って、つまり日本が強かったという時期を 1 回も見ただことのない学生が多くなると、ものすごいコンサーバティブになります。

一生安定して過ごせるということがファーストプライオリティなので、高校に入っても大学に入るための受験勉強に不利になるからというので海外にも行けない。大学に入っても企業活動ができないからというので、ハーバードにも行かない。そんなことがどんどん負のサイクルを生んでいるような気がします。つまり若者が攻めに転じるには、日本が元気になるしかないんじゃないかなという気がします。

そのときに、先ほちょっとご説明したように、世界はゲームをうまくつくるところに大きな努力を払ってきていると感じます。例えば、日本は一般規定に一定程度配慮はありますが、いまだフェアユースがなく、一步を踏み出すのに遅延が非常に大きく、先行者利益が圧倒的に大きなITにおいて初手からとても不利です。制限規定はよい側面もあると思いますが、もはや、おおらかにやっていたは、立ち行かなくなっているのではないかと心配します。法規制の変化は緩やかで、ITの進化は猛烈に速い中、法制度を考慮に入れたゲームをデザインすることが肝ともいえます。アマゾン消費税のない世界を上手に活用してきたと思います。ウーバを導入する必要があると言っているのではありません。ウーバを創案できる国家にしてゆくことが必須ではないかと感じます。学会もCSTIも技術そのものに加えて、「ゲームのデザイン」に関してもっとアグレッシブに発信してゆくべきではないかと感じます。

久間：結構申し上げているはずですよ。大きなビジネスにつながる研究をしなさいと。米国では、優秀な研究者は金儲けか社会貢献を研究開発のモチベーションにしていますと。

喜連川：そうですか。

久間：日本では基礎研究というと、多くの研究者は論文を書くことが目的で、論文を書ければそれで満足してしまう。それで、文科省が学術研究と基礎研究の定義をつくったのです。

学術研究は、大隅先生がおっしゃるように、研究者の好奇心に基づいて行う研究で、研究成果の実用化は考えなくてもよい研究です。一方、基礎研究とは、できるかどうかは分からないけれども、目的を明確にした研究です。基礎研究では産業や社会実装の出口はどこにあるか、明確にして頂きたいということです。

そして、研究を実用化・事業化するには、性能、信頼性、コストの検討を三位一体で進めなければいけない。例えば、アマゾンの例が出ましたけれども、アマゾンだったら、頼んだ製品が何時間で届くかが性能です。それから、信頼性とか品質とは、頼んだものがきちんと届くかどうかです。コストは、アマゾンは人件費を抑えて徹底的に安くしました。

ところが日本の学会では、コストの話はしないのです。コストの話をする、研究ではないと思っている研究者が多い。

産業界から見ると、コストが実は一番大切なのです。コストを下げないと絶対に製品化できない。できても赤字事業です。しかも、コストは研究開発の段階から意識しないと駄目です。製品のプロトタイプができてからコストを削減しようとする、その製品を構成しているコンポーネントを全部変更しなくてはいけないことになります。ですから、最初からコストをいかに安くするか検討しつつ研究開発を行うことが、非常に重要なのです。

そういったところまで学会でも検討する時代になったのではないかと思います。先ほど申し上げたように、学術研究は全く違う。しかし、産業の出口を考えた基礎研究は、そういったところまで、最初から考えて行いべきと私は思います。

辻井：そういうことも含めたような何か研究会というのかな。狭い意味では、例えば同じ方式を考えたら計算量が少ないほうがいいのか、それも狭い意味のコスト。もうちょっと広いでコストを考える。これは非常に現場とつながっているから難しいでしょうけれども、そういうのを話題にすれば結構会員が増えるかも分からないですね。

久間：ええ。おっしゃるとおりです。

辻井：産業界の人が減っちゃうというのはどうしてでしょうかね。

久間：産業界の会員が増えないと駄目です産業界が興味を示さない学会は衰退すると思います。

辻井：うんうん、そりゃそうですね。それから、ちょっともう一つ、さっき大石先生が言われたのかな。何かレーダが弱かったと言われた？

大石：はい。

辻井：実をいうと、私はこれは、皆さんにお配りしてある一番最後、日立の元社長、現在名誉会長で経団連の副会長をしていた庄山さんという方がおられて、一つ出たいただくかと思ったんだけど、時間が取れなかったもので、きょうは文章を寄せていただいております。刊行の言葉でまだ未定稿なんですけど、一応お配りしています。その中に入れてあるんですけど、レーダの話。

これは八木アンテナというのが日本では有名ですけども、これは戦争中にマレーシア辺りで、これは西沢潤一先生がテレビで言っておられたのですが、「どうして分かったんだ」と日本軍がイギリスで聞いたら、レーダ

を使ったんだと。何だ、それはと。「ヤジアンテナと聞いている」とかね。八木というのをヤジと言っている、そんなような話も聞いたことがあって、これは、だから100年の偉業中の偉業なんですけれども、何かそういうのを日本は、時代が違うからしょうがないけれども、日本が産業化はできなかったというか、それをうまく使おうとしなかったわけなんですけれどもね。そういう技術と産業界の結び付きというところではいかがでしょうかね。遠藤会長、何かございますか。

遠藤：ポイントが非常に広過ぎるので、なかなかお答えするのが難しいですけれども、われわれがこれからの技術領域で考えておかなければいけないことがいくつかあって、とりわけ「人材」というテーマは、本当に考えないといけないと思います。

いま日本の大学にいる人で情報関係の領域に取り組んでいる人は1%位らしいと聞いたことがあります。韓国は2%位いて、アメリカも大体1%だけれども、アメリカは日本の3倍ぐらい人口がいるので、数は多いです。

先ほど人口動態の話をしましたけれども、結局日本は人口が減ってってしまうので、このトレンドがそのまま続いてしまうと、情報関連を担う人の絶対数もやっぱり減って行くと思います。今後AIを始めとするICTの領域では、一つの技術で金を稼がなきゃいけないという側面が明確にあると私は思いますが、人口が減っていくなかで日本が力を発揮できる領域としてのICTを担う人たちを増やしていくのか。これは本当に大きな問題だと思います。これは、もう大学だけの話ではなくて、その手前の高校、中学のあり方にまでいってしまう話だと思います。

そういう部分も含めて、やっぱり学会というのは非常に高いレベルの人たちの集まりですから、そういう人たちがICTの面白さを語るということも含め、そういう観点での中高教育に対する何らかのサポート、ちょっと軟らか過ぎるかもしれないけれども、そういうこともあっていいのではないかなという気もします。

さらに、人口が減ってしまうと、そういう問題があるのと同時に、私はさっきエネルギーの話をしましたけれども、地球全体で将来1.8倍のエネルギーが要るといふときに、日本のエネルギー自給率はいま6%しかないんですよ。これからエネルギーの需給が逼迫するといふ時代に、残りの94%をどうやって確保するのですかというのが、私の言いたかった課題です。

食料だって、日本の自給率は40%しかないわけですよ。地球全体で1.7倍の食料が要るといったときに、日本はどうやって自分たちの食料を賄うんですかと。人材とは少し違う話なんですけれども、ICTの領域を通して日本の企業の海外での貢献を含めて、それをある意味での代償として、エネルギーや食料を確保できるような関係づくりをしておかないと、30年後には本当に厳しい話

になるということです。

今後30年の間に日本の企業の力を高めて、その貢献を大きくしないと国際関係が成り立たないぐらいの話であり、日本は今、ものすごい危機に立っている。そういう中で、人材をどういうふうに育てていくのか。かつその技術が本当の人間の価値にならないと、エネルギーや食料交渉の話にならないので、ICTを価値にしていくところにどれだけ力を注いでいかなきゃいけないのか。そういう観点が現状既にあるということですね。

そういう観点で、我々は大学とも大変密にやらせていただけていますが、大学といろいろな共同研究契約をさせていただく中で、一つ日本独特かもしれない特徴があって、それは、あるテクノロジーを使って何らかソリューションを創りあげる際に、大学の先生が自身で研究なさっている技術を使うことに固執し過ぎちゃうということがあるような気がします。正直申し上げて。そういうときにも、いや、他にはこういう技術があって、自分がもう一つこの技術を昇華させて、こうすればこういう解ができるはずですねというサジェスチョンを企業は期待しているのです。企業は結果を期待しているのです。だから、大学とお話するときも今はそういうお話をさせていただいて、結果を出すためのサジェスチョンをどういふふうに頂くかということについて、われわれもお金を投資しますというようなことを言わせて頂いています。

そうしたいろいろなバックグラウンドの中で、人口が減ってしまっただけで、学会の会員もたぶん減っていくでしょう。そういう中でも、学会というのは先ほど申し上げましたコミュニケーションの場、自分の技術をどんどん高めていくためのディスカッションの場なんですね。それを少ない人数でやったら、いいものなんか出てきませんよ。

だから学会自体も、やっぱり海外との競争関係を持って戦っていくことが重要だと思います。議論の戦いの場を通して、日本の学会というものを高めていかないと。日本の中で固執してはだめです。そうしていると、本当にこじんまりした技術で止まってしまう可能性があります。

もちろん日本人はものすごく能力が高いので、ものすごくいい研究をされる人はたくさんおいでになれると思うけれども、一般的に見てそういうふうになりがちじゃないでしょうかというのが少し怖いところで、先ほどから申し上げている学会の競争というのは、そういう意味で申し上げました。以上です。

辻井：どうもありがとうございます。大学の先生にとっても耳の痛いことかと思いますね。もう一つ、別の面から言うと、返す刀ではないのですが、NECさんの話ではないんですけども、企業の研究所も、やっぱり自分が開発した、研究したのを使いたいと。これは分かるね、

これは人間の本能なので。私も例えば副社長辺り、ある企業の副社長のところに説明に行くと、何のことはない。結局研究者に話が下りていって、そこでそれは違うとか何とかになると、上の副社長は分からないものだから、そうですかということになる。何か、もうちょっと大局的に判断する体制というのが要るのかなという気もしております。大学は大学で反省すべきところだと思います。

遠藤：全くそのとおりだと思います。私の会社では研究所に今何をやってもらっているかという、「技術白書」を書くように言ってます。要するに世の中の動向を見て、自分たちのポジションを明確にし、将来的にプラットフォームがどう変わっていくかということを推定して、その中で NEC の研究所がやるべきことはこれだ、ということが示せるようにしています。それをやらないと、今まさに辻井先生がおっしゃられたことになってしまう。

NEC にもそういう部分があることは間違いないと思います。そういうことにならないように CTO (Chief Technology Officer) というポジションもつくりました。他の企業ではたくさんおありになるんですけども、NEC 全体の技術をトータルに考える CTO の下に、事業部門ごとの CTO も置いて、技術白書を書くことによってもう一度自分たちのあり方を見直すということをさせようというふうに行っているところです。

辻井：それから、ちょっと整理しますと、学会としてこれから、いろんな面で広がっていきないうえに、これは何か伸びているかなという感じがしていますが、それから、言われた産業界、これは一番大事かもしれませんね。さっき言われたコストも考えた研究というような、そういう研究会というのを。その辺も考えないうえに、

あと、学際ですね。これは数学との学際的な話というのは、これは大石先生とか宮地先生の話がありましたが、これは割と分かりやすいといえば分かりやすいんですけども、あとは社会科学系ですよ。結構、評価されているところがあるんですよ。新潟県立大学の猪口学長。去年年賀状を出したら、すごくこの学会を評価しているような文面をありがたく頂きました。だから、結構ある意味では社会系の人も注目しているのですね。それに学際的な学会はいっぱいありますよね。そういうところとの連携とか、こういうところも深めていったらいいのかなと思います。

さて、何か宮地先生と大石先生とで学際的に研究というかな。これはどちらかというと理学、工学ですかね。何か付け足すこととかはありますか。

宮地：先に人材育成について話させてください。先ほどの議論の中に、出口を考えた研究をしてほしいという産業界からの大学へのリクエストがありました。今大学の抱える問題として、博士課程の学生を増やすことが大きな課題になっています。先ほど多くのポスドクがいっぱいというお話を辻井先生が話されました。ポスドクだけでなく、博士課程の学生にもとてもいい学生が数多くいますが、出口を考えた人材育成をするといったことを考えたときに、出口に産業界があってほしいと思います。

そうすると、非常に研究も安心してできますし、人材も伸びていきます。そして人材育成の出口に産業界を設定する場に電子情報通信学会があることが重要だと思います。技術に加えて、人材育成の観点でも学会があって、人材育成の出口として産業界があると、ポスドクの問題にもうまく働くように思いますね。そういう関わりで、電子情報通信学会が活性化していくことも一つ重要な方法ではないかと思います。

先ほど学際ということもございましたが、私が見て電子情報通信学会の一番重要な特徴は、色々な分野の研究が入っているということなんですね。先ほど、ビッグデータというお話もありました。私の専門はセキュリティですが、そういう色々な研究分野をコンバインしていくという観点で学会がハブになる、大学がハブになると思います。出口を考えた研究、出口を考えた人材育成という観点、学会がこれからどんどん貢献していくことを期待しています。

大石：少し学際というか、私は日本応用数理学会の会長を今やっていて、これも小さい学会で、1,600 人の会員なんですね。学科は実は応用数理学科というのをつくって、大学の数学応用数理専攻というところに所属しています。

実際、数学者と付き合ってみると、数学者の悪口を言ったというふうに今日は言わないでほしいんですが、電子情報通信学会は素晴らしいところがいっぱいあります。つまり、やっぱり産業界と学会、大学が競争し合っていて、だから、数学会は明治のときに数学が輸入されたままの価値観がいまだに続いている感じで、代数学だったらあの大学、次はあれで私立は解析ぐらいやっていけばいいんだみたいなのがいまだにつながっていて、それで、数学者の役割は入試を出すというようなかたちで割と固定化しているのが、電子情報通信学会はめちゃくちゃ固定化されていなくて、いまだに生き残らないうえに新しい使命を自分で、辻井先生の最初のお話じゃないんだけど、自分で決めて自分で生かそうとしているのは素晴らしいと思います。

ただ、数学会とかで感じるのは、もう論文は全部英語じゃないうえに駄目だし、国際化は当たり前で、それで、それからヨーロッパのコミュニティが非常に強いので、い

ろんな国と一緒にやるというのは、もう当然になっているんだけれども、電子情報通信学会はやはり出自が国内向けだったんだと思うので国際化が圧倒的に弱いんですね。だから、そういうところから見ていると、自分の弟子をここだけに入れたら、もまれないよという、非常に大学から見ると、次の人材を育てるのに国際化が足りない過ぎて、ここの学会だけに任せたら人材育成ができないぐらい大変なところになっている。

だから論文も、もう電子情報通信学会にはほとんど出さないで、つまり世界中で一番、この論文だったらこの雑誌、この論文ならこの雑誌というところへ探し出して、中国のあれじゃないんですけれども、そういうのに電子情報通信学会の論文誌がなっているかというような面でいうと、そういう意味の、何というんですかね、インターナショナルリティというのは非常に落ちている。

逆に言えば、アジアが一気に日本みたいに国内の言語で技術者を育成するという段階を捨てて、もう全部を英語でやる、インターナショナルにやるというのに行っちゃっているんで、電子情報通信学会は非常に高いステータスだったんだと思うんですけれども、それが非常に落ちているんですね。

だから本気でそれを考えないと、もう何か大学の先生、大学の教員側から見ても、ここに若い人材を全て委ねていたら世界に通じなくなってしまうので、いろんなところへ行行ってきなさいと、武者修行で他の学会の国際会議だし、論文誌もだし、いろいろ行きなさいと言わざるを得なくなって、一番いい論文をいまやここの学会に出すかと言われると、もう何かそこは非常にほとんどノー。だから、われわれは電子情報通信学会に恩になったんだけれども、国際化をやっぱり徹底的にやらないといけない。そういう意味で大変な面があることは確かなんだけれども、非常に生き残ろうとか、価値観を自分で創造するというような意味では先進的な面もある。

だから、いいところも悪いところも交じっているという感じで、大学から見ると、他の学会の雰囲気、他の業界の人たちの人材育成の仕方とか、そういうところを見ると、電子情報通信学会は大きいので他はあまり見ないで過ごしちゃってきているかもしれないんですけれども、本当に飛び込んでみると、全然考え方が日本の中でも違うという、そういうところをやっぱり取り入れないと、学会自身がよくならないんじゃないかというのは非常にひしひしと感じています。

辻井：前回、3月29日はNECの江村さん、今の学会の企画戦略室長に話していただいたんですが、2～3日前に届いた本会の会誌の巻頭言を書いておられるんですけれども、アジアの中心になれるというようなことが一つ書いてあったと思うんですけれどもね。それから、前回出られた末松先生が20年ぐらいかかって苦勞して英文誌

をつくったということなんですけれども、それまで和文しかなかったんですからね。

それで、その英文誌を中心に、随分韓国の人とかも投稿はしていると思うんですけれども、これからのアジアの発展を考えたときに、もっとこのアジアに広めるというか、ヨーロッパとか、そっちに広めるのはもちろんいいんだけれども、どうなんでしょうね、そこは。

大石：今のIEICEの雑誌はほぼ昔のままで、アジアの雑誌のほうがむしろいいのが出てきた。それから、オーストラリアなんかに行ってみると、数学会だけじゃないと思うんですが、半分は研究者が女性ですね。いろんな関連の部署の長は全部女性な感じで、それは理系ですけれども、やっぱり我々は遅れちゃっている。

だから、そういうところを徹底的にやらないと、いけないですね。

辻井：なるほどね。女性の問題も一つなんだけれども、僕は宮地先生を尊敬しているんですけれども、私はとてもまねできないぐらい活躍されているとっていいでしょうか。国際会議などでも。何か宮地先生から見て、どうですか、女性の活躍という意味で。日本はこうしたらしいんじゃないかというのが何かあったら。暗号分野は盛合さんがいれば、小松さん、松崎さん、大久保さんと、いろんな人達がいますけれども。

宮地：男性と女性を比べると、女性の方がたぶん現実的なように思います。ここで現実的であるということ、女子学生たちがこの分野に入ってこない理由として考えると、この分野に入って生計を立てるのが難しいと思っているのではとも思います。先ほど出口を見た人材育成ということをお話ししましたが、出口は重要で、出口の現実的なメッセージが学生の獲得、特に女子学生の増強には重要だと思います。優秀な学生が医学部に進学するということを考えると、出口を考えた人材育成、出口を考えた研究が重要だと思います。

大石：一言だけ。実はお母さんが娘を理系にやりたがらないというのが一番大きいんだという話なので、お母さん方に理系に行くといいんだよというのを中学校ぐらいから、中学校とか小学校のお母さんに何か洗脳しないと駄目だということを聞いて、今そっち側の活動も一生懸命やっています。

でも、いいよと言うときに何でいいのか理由を答える必要があるんです。

何でいいかいうのを言わないといけないですね。女性のOBでトヨタの研究所へ行ったのがいます。その人が自動運転の研究をしているのは女性の私だけですよ。言ったら結構トヨタへの女性人気が上がりました。何かそういう具体的に分かるメリットをお母さんにお教えすると

というのが大事ですね。

辻井：いかがですか。

土井：現実的であるというのは確かにそうだと思います。ですから、あと、お母さん、保護者ですね。保護者の方によく今でも言われるんですけども、理系に行ったら結婚が遅くなるんじゃないですかとか。

それは大いなる間違いで、選び放題なので全然そういうことはない中高女子学生向け保護者付きという講演会のときには必ず言っているんですけども、なかなか広まらないですね。どうしてなのかなと思うんですけども。そういう意味では OECD の中で日本の女性の管理職の率がついに韓国に抜かれて最低になっているのも事実であります。

先ほどお話もありましたけれども、ロボット、特に人間に関係するような、例えばヒューマンロボットインタラクションとか、CHI、私のやっているようなそういう分野ですと、やっぱり半分ぐらい女性というところがあります。あと、アジアはやはり要所要所、大学の学長とか、そういうところ、あと、文科省に当たるようなところの偉い人とかに女性が当たり前のようにいらっしゃる。

むしろは、逆に女性が働いて男性がお酒を飲んでいるという話もあるんですけども、特にインドなんかもそうなんですけれども。というのもあるので、文化的な背景の違いもあるんだと思いますが、女性が働くのは当たり前という、そういう文化もあるというところなんですよね。なので、平安時代にさかのぼってみれば女系家族であったので、男性が女性の家に入るとというのが当たり前であったので、だから、どこかで何か間違えてしまった今の日本のどこかゆがんでしまった文化があるのかなとも思ったりしているんですけども。

だから、どうしたらいいのかというのはよく分かりませんが、心配していた電子情報通信学会の女性の理事も大分上がったので、これを糧に何か少しずつなるといいなとも思います。

あと、女性が入ると、結構しがらみがないので本質的なポイントを指摘するということもあるので、そういうところが学会を活性化するところにもつながるのかもしれない。

そういう意味で、IEEE のアドミ、事務局側も結構女性がたくさんいて、フェローコミッティも、実質的には事務局、女性 2 人怖い人がいるんですけども、いつも私なんか書類を出すのを間違えたら怒られるんですけども、そういう人たちがもうしっかり回しているんですよね。そういうところでも女性が増えていくということが重要なのかなというふうに思います。すいません。とりとめもなく。

辻井：どうしたらいいかというのは、辻ゆかり総務理事とか、石川調査理事とか。辻理事は。

辻：土井さんのお話を非常に楽しく拝聴しましたがけれども、あまり女性だからどうのこうのという話ではないんですけども、おそらく土井さんが言われたように女性が学会等の組織の存在価値があるとすると、やっぱりしながらみなく自分が気が付いたことを割と素直に「私はこう思っているんですけども」ということをその場で発言できる点だと思います。おそらく女性の方々にはそうだよなと思っていただけるポイントではないかなと思います。

今、電子情報信学会の中に複数の女性の理事がおりまして、それぞれが違う役目を持っておりますので、そういう意味では、いろんな側面からそういった気付きを言っていけるのではないかなと期待しているところで。

辻井：石川さんは何かありますか？

石川：調査理事をしております石川です。今回理事の中で女性が 4 名いるんですね。3 名までは同じ大学の同窓生ということで、大学の教育方針がもしかしたら関係しているのかもしれないと思っているところがあります。

私事なんですけれども、お隣のお嬢さまが実は“リケ女”でした。去年就職されたんですけども、私は“リケ女”ということで、ぜひ ICT 業界へとお誘いを掛けながらアプローチしていたつもりだったんですけども、彼女は某航空会社に就職してしまったんですね。特に技術職というわけでもなく。これは何かと思ったときに、われわれのやっている ICT に魅力を若い人たちが感じにくい、我々も伝えられていない、そんな状況なんじゃないかなという気がちょっとしました。

なので、やはり女性だからというわけではなくて、特に若い人たちをもっと巻き込むような魅力のある場づくりというのがやっぱり必要で、その場が学会であってほしいなと思っております。

辻井：はい、ありがとうございます。大分時間もあと 15 分ぐらいになりましたけれども、榎並さん、何か重要なポイント。

榎並：すみません。ちょっと女性の問題については私は話せないで、3 点ばかり、今までのお話を聞いて私の意見を言いたいんですが、まず出口を明確にした研究をすべきだというのは、産業界出身の私は当然そう思うんですけども、今、私は東工大に勤めていて思うのは、ノーベル賞をとった大隅先生が一生懸命基礎研究は重要だ、久間先生のおっしゃる学術研究というのがすごく重要だというのに対して、大学当局は基礎研究を大事にす

と言うんだけど、具体的にどうしたらいいのかというのは実は分からないんです。

それで、競争的研究資金を取ろうとすると、どうしてもそのいわゆる学術研究、あるいは理論研究をしている研究者は取りにいけないですね。したがって、そういう人たちの研究費が減ってきちゃうわけです、その国の大学の運営費交付金が減るから。

そういった中で、私は今大学の執行部に言おうと思っていることをお話します。ちょっと話がずれて申し訳ないんですけど、先ほどのNHKに昔勤めていた福島さんがネオコグニトロンというのを理論開発して、それでいろんなところに発表しました。今はやりのAIにおけるこれはディープラーニングの基礎をつくった先生なんです。その人はNHKの当時基礎研究所、放送科学基礎研究所というのがあって、そこに勤めていたんです。

一方、総合技術研究所というのもあって、基礎の研究所と応用の研究所と2つがあったんですね。当時はまだNHKは豊かだった。豊かといっても、今だってあまり豊かじゃないんですが、それなりにゆとりがあって基礎研究所というのを造って、そこで基礎研究のできる環境のなかで、福島さんは自由な研究ができていたわけです。

そのときに、もっと基礎研究というのは重要だということを経営者が分かっていたら営々とつながっていて、ひょっとしたら、ディープラーニングという画期的な技術はNHK技研から出たと大いにPRできたかもしれないと思うわけです。ところが、やっぱり当時だんだん経営が厳しくなって、基礎研究にお金を出せなくなった。現在のNTTさんがどうなのかは分かりませんが、NTTさんはその研究予算全体の何%かは基礎研究所に定率で配分するというようなふうにしていると聞いたことがあるんですね。

やっぱり大学においても、大隅先生のような何に使われるか分からないけれども、研究予算というか、大学の交付金の例えば10%はそこに配分すると明確に言ってあげるといいのではないかと。「出口は気にしないでいいから、おまえらはこの10%の中でうまくやれと。けれども、その額は保証するよ」みたいなことをちゃんとやってあげると、そこにいる人たちはすごく安心して長期的な研究ができるんじゃないかなというふうな気がするんですね。

だから、もちろん出口を重視した研究も一方でやり、そこでもうけたお金、もうけたというか、ひっぱりきたお金をその基礎研究をやっている人たちに10%でもあげるといような仕掛けをつくってあげることによって将来の日本のノーベル賞受賞者がどんどん増えるんじゃないかというのが一点。

それから二点目は、先ほど大石先生がおっしゃったんですけれども、やっぱり電子情報通信学会の論文誌に出

そうという学生は本当に少なくなっちゃった。それは大学がランキングを気にするようになって、『タイムズ・ハイアー』だったり、『ロイター』だったりのランキングで、やっぱり東工大は何位だと言って、それを上げるためにはと分析すると、サイテーションのいい、しかもランクの高い学会に出さないと上がらないことが分かるわけですよ。だから、大学当局もそればかり言うわけ。すると、なかなか電子情報通信学会に出しにくいというのがあります。だから、電子情報通信学会はもっと先を、例えば、どなたかがおっしゃった大学と産業界との接点のためのサロンを作るとか、そういうようなところを努力したらいいいんじゃないかなというふうに思っています。

それで産業界が増えているというので、最後にVR学会の話をもう一回します。実は私が会長のときに、賛助会員というか、産業界の会員が少なかったんです。それで、賛助会員を増強するような委員会をつくって進めました。その結果、なんと倍増できたんです。VRブームがあったから産業界も注目して、日本VR学会というのがあるのならというので入ってくれたのかもしれないんですけれども、彼らは何を求めているか、産業界は何を求めているかということを考えてみました。今のスマホのアプリ開発でも、何かアイデアを思いつきそれで新しいサービスをやろうじゃないかというふうな、思い付きレベルの開発がずっと続いて来ているような気がしていて、それでは長続きしないのではないかと考えているんです。

VRも同じで、もう少し体系立ててアカデミックにVRとは何かを検討し、そのことから演繹すると次のサービスはこうだなというふうなことを期待できると思って学会に入ったという産業界の人たちは多いんです。だから、そういう要望に大学の先生がもう少しコンセプトチュアリに考えて、いや、次はこういうことが重要なんじゃないかなと答えてあげるような、そんな場を提供するのが重要だと思っています。電子情報通信学会も同じように進めていくのがいいのかなというふうに思っています。以上です。

辻井：どうも大変いいご意見をありがとうございます。大分時間がなくなってきましたので、そろそろまとめなんですけれども、とにかく今研究者が困っているのは、競争的資金は別として、もうちょっと基礎寄り。何とっているのかな、学術研究というのかな。この間、山梨大学の学長のさっき言った4～5日前の『日経新聞』の「経済教室」から、日本は借金が1,000兆円ありますと。あるんだけど、それは別に外国に借りているわけではないので、差し引きすると300兆円あるんだという話もあって、私はその辺がよく分からないけれども、とにかくそういうのをもっと研究に投資すればいいのに、どんどん減っちゃって、自由に使えるお金は本当

になんて来ているというのが一つですね。このお金の問題です。

それから、さっき言ったように、日本人のきょうめんな性格もあったり、ちょっと1,000に1人は悪いことをする人がいると、すぐ厳しくするとかね。要するにオーバーコンプライアンスというのかね。時間ですよ。時間、これが本当にアイデアを出すよりも、むしろつじつま合わせの作文に時間を取られているのが非常に多いですよ、今。

そういうことも含めてやりたいんですが、これはちょっと広い問題になるので、産業界というのが私は一番印象に残りましたですね。いずれにしても、この辺で永妻調査理事からちょっとまとめをお願いしたいと。

永妻：これまで唯一人しゃべっておりませんでしたので、最後に少しだけお話しさせていただき時間を頂戴します。

本日はこの場に参加させていただき、諸先輩方のお話を拝聴できまして、本当に良かったと思います。私は、企業から大学に参りまして10年になります。実はこの4月から、産学共創本部というところの人材育成部門を兼務しております。何を狙っているのと申しますと、産業界と大学とが協働して、アントレプレナー育成、つまりイノベーションを起こす人材を育てよう、そのための持続的なシステムを創ろうというものです。

その前の過去2年間の取り組みとしまして、私達は、総計40名を超える学生を米国の大学に2週間ほど派遣し、米国の学生と同じ環境のもと、彼らとも交わる機会を与えて、ビジネス志向の研究デザインプログラムを実施してきました。どうすれば研究シーズをビジネスにつなげることができるのか、また、日本の学生と米国の学生とでは何が違うのか、といったことも学んできました。要は、米国の大学では、学生に金儲けのやり方をしっかり教えているということです。ただ、何も複雑なことはやっていなくて、とどのつまりが、カスタマーを探すこと。技術の中身のことは置いておいて、その技術によってカスタマーをいかに満足させられるかを考える。カスタマーインタビューという非常に地道な活動を通して、自身の技術のバリューを高めていくプロセスを学びます。当然と言えばそうなのですが、研究の出口とは、カスタマーをきちんと見つけることです。

しかし、それを行うためには、妄想と言いますか、自分の考えた仮説だけでは駄目で、経験を積んだメンターの支援が必須です。例えば、こういった学会にいらっしゃるような百戦錬磨の先生方や産業界の先輩方がメンターとして、ポテンシャルマーケットやカスタマーあるいはビジネスモデル等についてアドバイスをすることが重要です。これからイノベーションを起こす主役として期待されるのは、大学のシニアな先生方ではなくて、学生とか若手の研究者です。大学に入学したばかりの頃、



永妻忠夫氏

つまり1年生や2年生の頃は、アントレプレナーに興味を持っている学生は意外に多いのです。ところが、理系の場合は4年生になって卒業研究をやり、さらに大学院に行って、教員の好奇心に基づく学術的な研究にずっと浸っていると、そういったマインドも機会も失ってしまうように感じます。かといって、学術研究を深掘りするために博士課程に進むわけでもなく、ご存じのように、ほとんどの学生は修士課程を修了するや否や大企業に行ってしまいます。

米国はそこが違います。入学後、世の中の役に立つことをやりたい、新しいビジネスをやってみたい、人生の若い時代をアントレプレナーに賭けたいという思いを持って生き生きしている学生に対して、そのような情熱を持続させるシステムができて上がっています。今の日本の大学では中々難しいと思っておりました。しかし、今日ここにおられる皆さんとならご一緒にやっていくことができるのではないかという思いを強く抱いた次第です。

さて、本日は、マイルストーン選定委員会の幹事としまして、その経緯等をお話するためのスライドを用意しておりましたが、説明する時間がございませんので割愛させていただきます。

マイルストーン選定委員会では、辻井先生の熱いご指導とパッションの下、これまで1年余にわたって、本会の100年の歴史の中で生まれた偉業をマイルストーンとして選定してまいりました。このたび選定しました約250件の偉業を冊子にとりまとめようとしております。偉業、それはもう素晴らしいものばかりなのですが、私は、偉業となるまでの段階と言いますか、それが生まれる過程で起こっていたことを知りたいと思っておりました。同様のことを、本年2月の学会誌の巻頭言でも少し触れさせて頂いておまして、偉業という氷山の水面下に隠れているもの、すなわち「100年の歴史において、成功を導いたものは何だったのか」ということを知りたかった。それが今日少し分かったように思います。

秋葉さんの海底ケーブルの大容量化のお話では、研究所で大容量化の極限を追求しつつも、それが止まらなかった背景には、必ずニーズすなわちカスタマーが存在

していたということを教えていただきました。榎並さんのテレビ放送、衛星放送、ハイビジョン、スーパーハイビジョンテレビのお話では、それぞれ実用化まで20年くらいの地道な研究開発の歴史があり、大変苦労されながらも、必ず顧客の心を虜にされてきたことを教えていただきました。それからNECの遠藤さんのお話でも、この50年、ICTは、常に人間の欲求を満たすもの、あるいは社会における価値を継続的かつタイムリーに生み出してきたということでした。

ですから、これまでの偉業の歴史においては、技術革新と顧客ニーズが両輪でかみ合っていたということが明らかだと思います。では、これからの100年はどうするのかというときに、喜連川先生のお言葉を借りますと、まずはゲームに勝たなくては意味がない。我々は気高く生きすぎて、お金を儲けることへの感覚がなくなっているのではないかと言われましたし、久間さんからも、ビジネスモデルをしっかりと考え、日本の産業を強くすることの必要性を訴えられました。つまり、技術開発だけに頭を使うのではなくて、ビジネスというゲームに勝つために優秀な頭を使って世界を席巻していかないといけない。そうしなければ、これから学会も大学も日本の産業界もグローバル化の波に太刀打ちできない、という叱咤激励を頂いたと思います。特に、若手人材の育成という観点でも、大学だけでなく、私たち学会がそういった変革のためにエネルギーをつぎ込んでいくべきだろうと思いました。

確かに、この100年間で偉業は沢山ありましたけれども、今、スマートフォン1つを振り返ってみても、グローバルビジネスには負けているわけです。様々な通信

インフラがどんどん海外から入ってきています。そういう意味では、私たちは、喜連川先生や久間さんのおっしゃったメッセージを肝に銘じ、商魂たくましく生きていかなければ、と思いました。

最後に、今後100年、1,000年を考えるというときに、本日お配りした「座談会を迎えて」というタイトルの文中で少し紹介させていただいているのですが、学会誌の70周年特集号に、大越先生が大変興深いことを書かれています。人間の社会の深い省察なくして、未来予測も技術発展もないと。本会の創立70周年の時（1987年）に、いくつかの技術について未来予測をされているのですが、大越先生の分析によると、社会システムに関わる技術革新に関するものは、予測した時期を大きく外れていて、社会との関わりが大きければ大きいほど、専門家の予測と期待を大幅に裏切って実現が遅くなり、技術は進んでも人や社会は中々変えられない。これはすなわち、ビジネスでも勝てないということを意味しています。今日の座談会でも、共通したお話があったように思います。

電子情報通信学会は、未来永劫不滅とも言えるICTと、人間、社会、そして地球との関わりについて、様々な学問領域や異なる専門分野の叡智を結集して考えるフォーラムであり、ICTの可能性を引き出すことによって、それを我が国の産業の発展につなげていくことが使命だということを、本日の座談会を通して確信いたしました。今日はどうもありがとうございました。

辻井：ちょっと細かい話なんだけれども、75周年ですか。



永妻：いいえ、70周年にも特集号がございます。

辻井：70周年にもある？

永妻：70周年史はないのですけれども、70周年記念特集号というのが学会誌にあります。1987年と言えば、1970年代から元気に急成長した、日本の電子産業が、ちょうど飽和と言いますか陰りを迎えようとしていた頃で、当時の大先輩方が「今後10年の発展と限界」と題して、部品技術からネットワークやホームエレクトロニクスといったシステム技術の将来について述べられています。当時、10年前に予測したことがどれくらい当たっ

ていたかということ、まあどうにか当たっているのはハードウェアデバイス技術くらいなんです。それらがどうシステムの中に入っていったかという話になると、ほとんど外れたと。つまり技術と社会との関わりを考えていないから駄目なんだというようなことが書かれています。

辻井：分かりました。じゃ、どうも長い間トイレにも行かせないで大変申し訳ありませんでした。先生方も本当にありがとうございました。

一同：ありがとうございました。

あとがき

「電子情報通信学会マイルストーン」の選定は、辻井重男委員長（第73代会長・名誉員）のリーダーシップのもと、総勢18名のメンバーが一丸となって行ってまいりました。メンバーは、調査理事、総務理事、企画理事、ソサエティ会長、から構成されました。約1年半で8回に及ぶ選定委員会を開催し、対象範囲、選定基準、まとめ方の議論に多大なる時間を費やしました。そして、委員会メンバーを含めた多くの専門家のご尽力により、ようやくここに冊子としてまとめ上げることができました。

この事業に携わった多くのメンバーにとって、およそ半分の偉業は史実だったかと思います。それでもマイルストーン選定に携わることで、技術と社会環境との密接な関わり合いや、いかに諸先輩方が英知、努力を積み重ねた結果としての偉業であったかを振り返ることができました。

これらの偉業を基盤としたICTの発展は途絶えることなく、今後もICTと私達人類とが密接に関わりあいながら、社会環境を変革していくことでしょう。

ICTに携わる全ての皆様にとって、本冊子が技術の原点・歴史を振り返り、その未来を考える際の指南書となれば幸甚です。

マイルストーン選定委員会 幹事 永妻 忠夫
石川 悦子

電子情報通信学会 創立 100 周年記念 マイルストーン

平成 29 年 9 月 15 日

© 電子情報通信学会 2017

編 者 一般社団法人 電子情報通信学会

発行者 蓑 毛 正 洋

印刷者 渡 部 明 浩

印刷所 新日本印刷株式会社

〒162-0801 東京都新宿区山吹町 342 番地

発 行 所 一般社団法人 電子情報通信学会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 (機械振興会館内)

電 話 (03) 3433-6691 (代) 振替口座 00120-0-35300

ホームページ <http://www.ieice.org/>

無断複写・転写を禁ずる

Printed in Japan