

# SITA 情報理論とその応用学会ニューズレター

## 博士論文特集号

- デジタル通信の高信頼化のための多次元符号化変調に関する研究 ..... 斉藤秀俊 (愛媛大)  
 画像認識・符号化のための信号処理に関する研究 ..... 何玉 (Georgia Tech Univ.)  
 入力制約のある通信路のための符号化理論 ..... 鎌部浩 (三重大)  
 カオス 2 値系列とその相関特性の評価に関する研究 ..... 常田明夫 (九大)  
 Modulation and Coding for Direct-Detection Optical Communication Systems ... 大槻知明 (東京理科大)  
 量子通信における量子制御理論の基礎研究 ..... 臼田毅 (名工大)  
 A Study of Source Coding Algorithm with Fidelity Criterion ..... 古賀弘樹 (東大)
- 10 年一昔 - 私の Key Paper- ..... 今井秀樹 (東京大学)  
 電子情報通信学会の Society 制移行と SITA との関係 ..... 山本博資 (東京大学)  
 電子情報通信学会情報通信基礎サブサイエティ発足案内とお願い ..... 河野隆二 (横浜国大)  
 国際会議報告  
 IEEE IT Workshop '95 ..... Oscar Yasuo Takeshita (東京大学)  
 報告とお知らせ

## 博士論文要旨

### デジタル通信の高信頼化のための 多次元符号化変調に関する研究 横浜国立大学 斎藤 秀俊 (愛媛大)

符号化変調方式は、デジタル変調及び誤り制御の両要素技術を基に成立したものであり、両者の融合技術としての位置づけができる。過去においては、デジタル変調・復調、誤り制御技術は、通信における要素技術として各々独立に最適化がなされ発展してきた。しかし、近年の傾向として、デジタル変調においてはその高速化が求められている。このため、占有する帯域幅の狭い変調方式や変調速度を増やさずに高速伝送する多値変調方式を用いる必要があるが、このことは同時に、信号電力の増加、もしくは、信号電力の制限下では、信号点相互の距離の減少を招き、誤り率の劣化をもたらす。また、通信路誤りを低減するために、誤り訂正・検出符号は有効であるが、符号化に伴う冗長度の増加は、帯域幅の増加または、実質的な情報伝送速度の低下を招いている。これらの点を改善するため

に、符号化変調方式は、多値変調系に適用される通信路符号化方式の 1 方式として、誤り制御技術と多値変調技術を一体化することで両者の欠点を補う方式として登場した。特に、Ungerboeck は、誤り訂正符号による離散系列と変調信号点集合の間の写像を集合点分割法と呼ばれる方法で示した。そして、信号点間の最小自由ユークリッド距離により設計したトレリス符号を用いる符号化変調方式を提案した。方式は、畳込み符号と各時点における符号器出力を冗長度のある多値変調信号点に割り当てるマッピングを最適に組合せたものであり、符号化によって実質的な信号点間距離を増し、ビタビアルゴリズムによる最尤復号を用いることができる。

本論文では以上のトレリス符号化変調を多次元変調と共に用いることで、衛星通信、磁気記録、陸上・衛星移動体通信の各分野に適用或は応用できる研究を行なった。本研究は、以下の 5 章と序論・結論を加えた全 7 章より構成される。

第2章では、符号化変調方式の動向について、上記にあがった分野を中心にその現状と将来に向けての技術報告をする。

第3章では、信号点の不等確率性を基にしたトレリス符号化変調方式について述べる。本研究は、符号器の出力シンボルごとに生起確率を制御できる畳込み符号器を考案し、符号器出力をQAM変調方式の信号点に効果的に割り当てるマッピングを用いた畳込み符号化変調方式を提案する。そして、符号器とマッピングを含めた最適化を図る評価基準に基づき、信号点生起確率を不均一にできる畳込み符号器の実数体上での設計を行い、平均信号電力を正規化した条件下で、従来よりも1.0dB程度の改善を得た。

第4章では、記憶のある変調器に適した畳込み符号器を用いた符号化変調方式について述べる。本研究は、記憶を持つ変調器(有限状態変調器)に対して、多次元符号化変調方式を用いて最適な送受信システムを構成することを目的とした研究である。この結果、具体的に多次元MSK変調方式を用いた変調システムに対して最適なトレリス符号を計算機探索で求めた。

第5章では、周期的時変畳込みを用いた多次元符号化変調方式の研究について述べる。本研究は、周期的時変畳込み符号器を用いることで、従来知られる畳込み符号器を用いた多次元符号化変調方式よりも最小自由ユークリッド距離が大きくなるトレリス符号を求める研究を行なった。そして、本研究の具体的な成果として、多次元PSK方式に対する最小自由ユークリッド距離が大きくなるトレリス符号の計算機探索を行なった。

第6章では、ピタピシンドローム復号法に基づく符号化変調方式の研究について述べている。通常の符号化変調方式では、符号器の状態に基づくピタピ復号法が用いられる。しかし、シンドロームを基にした方式では、トレリスにおける復号の複雑さを小さくできることが知られている。そこで、本研究では、ピタピ・シンドローム復号法を基にしたトレリス符号とマッピング方式に重ね合わせマッピングを採用入れた方式を研究した。通常の符号化では、情報系列を符号化することで冗長性を持たせ、この冗長性のある符号系列が、変調によりその冗長性を保ったまま通信路へ伝送される。本研究では、変調の段階で、符号化によって得られる冗長性を制御する方式を重ね合わせマッピング方式で実現している。その中で、変調の段階で符号化による冗長性を削除する方式について検討した。この手法を用いることで、符号化変調方式に適した最小自由ユークリッド距離の大きくなる高レート畳込み符号を効率的に生成することを目的としている。具体的に、多次元PSK方式に対して検討を加えた。

最後に結びとして、本論文で提案された手法が活かされる上での、符号化変調のさらなる実用化に向けての問題点を指摘した。

〒790-77 愛媛県松山市文京町3番  
愛媛大学工学部電気電子工学科  
Tel: 0899-24-7111 (ext. 3684)  
E-mail: saito@recgw.ee.ehime-u.ac.jp

## 画像認識・符号化のための 信号処理に関する研究

横浜国立大学 何 玉 (Geogia Tech Univ.)

本論文は、近年注目されている画像の符号化と認識に関して、特に情報圧縮のためのサブバンド符号化に必要なフィルタバンク設計と、情報セキュリティのための指紋照合に必要な認識方式の考案を中心として研究成果をまとめたものである。本研究は、2つのテーマに大別でき、第1に高効率かつ高品質な情報圧縮に必要なサブバンド符号化システムの2つの構成要素である帯域分割のためのフィルタバンクと情報圧縮のための符号化方式に着目し、フィルタバンクの最適設計方式および高効率な符号化方式を考案している。第2に、雑音などにより歪んだ低品質な指紋画像を対象とし、従来より高い照合精度と照合の高速化を目指して、2値画像の荷重平均に基づく高速な指紋照合方式、さらにその照合精度を改善するために、ウェーブレット変換を用いた指紋照合の改良法を提案している。第1部と第2部は共に、現在様々の研究分野で注目されているウェーブレットフィルタバンクによる画像符号化および画像認識への応用に関する理論である。本論文は、6章から構成されている。

フィルタバンクの最適化については、まず、完全再構成条件を満たす2次元複数段フィルタバンクを持つサブバンド符号化システムの符号化利得について、従来よりも厳密な新しい算出方法を提案している。次に、従来より性能の良いフィルタバンクを得るために、フィルタのタップ数およびフィルタバンクの段数が高い場合のフィルタバンクの最適設計に着目している。計算機探索を行なう際、完全再構成条件の変形、変数(自由に变化し得るフィルタ係数)の選択法および変数の初期値の決定法を工夫し、直接探索法の中で、効率の良いRosenbrockアルゴリズムをフィルタ係数の最適化に導入することにより、タップ数16までのウェーブレットフィルタに対する高速な計算機

探索を実現した。設計の結果、最適な双直交ウェーブレットフィルタの係数は入力信号の性質に依存することがわかったため、入力信号の性質に合わせてフィルタバンクを適応的に制御する「入力信号駆動型」のサブバンド符号化システムを提案する。更に、双直交ウェーブレットフィルタより、サブバンド符号化に適する性能の良いフィルタを設計するために、双直交ウェーブレットフィルタに対する一次正則条件を外した「線形位相性を有するフィルタ」の最適設計について検討している。

安全性・信頼性の高い指紋照合方式については、まず、従来のパターンマッチング照合方式の問題点を解決するために、低品質な指紋画像を対象として、2値画像の荷重平均に基づく高速な指紋照合方式を提案している。具体的に、照合指紋と登録指紋の“距離”を測るための“尺度”として、照合指紋と登録指紋の相関係数の概念を導入する。照合精度を上げるために、荷重平均の最適化を検討している。パラメータとして、荷重ベクトルを登録することにより、単純なパターンマッチング方式と比べて、メモリ量を大幅に削減できる。また、照合の高速化を実現するために、照合処理を行なう際、毎回計算が必要な荷重ベクトルおよび相関係数について推定式を導出している。更に、照合精度を上げるために、複数の荷重平均の組合せ法、照合ブロックの分割法と複数データを用いた登録法の3つの改善方式を提案している。多数の指紋データの実験で、従来より高速かつ高照合精度を達成した実験結果が得られた。

2値画像の荷重平均に基づく高速な指紋照合方式より、

更に、照合精度を向上させるために、指紋2値画像の荷重平均による照合を行なうだけでなく、指紋2値画像の輪郭情報を用いた指紋照合精度の改善法を提案している。具体的に輪郭抽出方式として、異なる方向（横, 縦, 斜め）での輪郭情報を容易に抽出できるウェーブレットフィルタバンクを導入している。指紋照合精度の改善法は、指紋2値画像およびこの画像をウェーブレットフィルタバンクで分解した後の帯域信号（指紋2値画像の輪郭情報が含まれる）にそれぞれ荷重平均を施し、得られた複数の類似度を線形的に組み合わせることにより、本人かどうかを判別している。指紋照合精度が線形組合せを行なうときの重み係数に依存するため、更に最適な重み係数を求めている。

第1章の序論では、本研究の背景と目的、および本論文の構成について論じている。第2章では、直交および双直交ウェーブレットフィルタに基づくサブバンド符号化のためのフィルタバンクの最適設計について述べている。第3章では、サブバンド符号化のための[線形位相性を有するフィルタ]の最適設計について検討している。続く第4章では、帯域信号間の相似性に基づく高能率符号化方式を提案している。第5章では、2値画像の荷重平均に基づく高速な指紋照合方式について述べている。第6章では、第5章での提案方式を基本方式として、更にウェーブレットフィルタバンクを用いた指紋照合精度の改善法を提案している。第7章の結論では、各提案方式についての評価をまとめ、今後の研究課題を展望している。

## 入力制約のある通信路のための符号化理論

名古屋大学 鎌部 浩 (三重大)

本論文は、入力制約のある通信路のための最適な符号の構成法に関する基礎的研究の成果を取りまとめたものである。

デジタルデータ伝送やデジタル磁気記録では、ある条件を満たすような入力記号列しか入力できない通信路（入力制約のある通信路）を介して、データを伝送もしくは記録しなければならない。このため、任意の入力記号列を、入力制約を満たす系列に変換する符号が必要とされる。本論文には、最適な符号を求めることに重点を置いて行なわれた、入力制約のある通信路のための符号構成に関する基礎的研究の成果が述べられている。

第1章は、入力制約のある通信路の背景及びそのような通信路のための符号を構成する際に生じる問題の説明と、本研究で得られた成果の概要である。第2章は、本論文で使う用語と入力制約の数学モデルに関する説明である。第3章では、入力制約を持つ通信路のための代表的な符号構成法である、ACH (Adler, Coppersmith and Hassner) の符号構成法に関する研究成果が述べられる。

ACHの符号構成法を用いると、工学的に好ましい性質を有する有限状態符号器を構成できるが、この構成法で得られる符号は、その途中で決めるべきパラメータの値に依存する。そこでこの構成法を用いて、このアルゴリズムを、デジタル磁気記録で使われている  $(d, k)$  制約に適用した結果を、3.4に示す。また、非常に少ない計算量で、復号器のスコープの意味で最適な符号を求めることができると考えられていた探索戦略が、うまく働かない例を示す。

あるデジタル磁気記録方式は、再生信号が、データ信号とある特定の周波数成分を含んでいることを要求する。第4章では、ある特定の周波数  $f = f_{sk}/n$  に、ある大きさ以上の線スペクトルを持つ、つまりその周波数成分を持つ信号しか入力できないという入力制約を考え、この制約を満たす符号を実際に構成できることを示す。本章の結果の1つは、符号化された系列が情報源の統計的性質によらずに、指定された周波数に指定された大きさ以上の線スペクトルを持つために、符号が満たすべき必要十分条件の導出である。もう一つの結果は、符号化された系列が情報源の統計的性質によらずに、指定された周波数に指定された大きさの線スペクトルを持つ系列を生成するために、符号が満たすべき必要十分条件の導出である。さらに、周波数  $f$  における偏双対境界条件を定義し、この条件が以下の2つの条件の各々と等価であることを示す。(1)  $f$  における零スペクトル制約を満たす、もしくは  $f$  における線スペ

クトルの大きさが情報源の統計的性質に依存せずに正の値をとる；(2) 周波数スペクトルの連続成分が周波数  $f$  に零点を持つ。4.4の最後に、本章で得られた結果の実際のシステムへの応用について述べる。第5章では、スペクトラムの連続成分が  $f$  に零点を持つばかりでなく、その微分も  $f$  に零点を持つ系列を生成する符号が満たすべき必要十分条件が与えられる。この条件を満たす符号によって生成される系列が含む周波数  $f$  の周辺の成分はより少ないので、周波数  $f$  の信号の取り出しはさらに容易となる。まず、周波数  $f$  における  $K$  次の偏双対境界条件と、系列の周波数スペクトラムが  $f$  に  $K$  次の零点を持つ、つまり周波数スペクトルの連続成分の  $2K - 1$  次以下の微分が、 $f$  に零点を持つことが等価であることを示す。さらに、これらと等価な二つの条件を与える。次に、線スペクトルと  $K$  次の偏双対境界条件に関する標準グラフを定義する。これを用いて、符号化された系列の周波数スペクトラムが、周波数  $f$  に線スペクトルを持ち、かつスペクトラムの連続成分が  $f$  に  $K$  次の零点を持つような符号を構成する方法について述べる。

周波数  $f = f_{sk}/n$  における零スペクトル制約及び線スペクトル制約の標準グラフの各既約部分グラフは、それらの入力制約のための符号のあるクラスを表しており、それらの入力制約のための最適な符号を求める際に、重要な役割を果たす。第6章では、いくつかの条件のもとで、これらの制約のための標準グラフの既約部分グラフを特定する方法が述べられる。第6章のはじめに概要を述べ、解析に必要な準備を与えるとともに、 $n = 2$  の場合に、標準グラフの既約部分グラフを特定する。次に、1次の零スペクトル制約の既約部分を全て求めることが、原理的には可能であることを述べる。 $n$  が素数または素数の2倍である時に、この問題の解析的な解を与える。本章の後半で、直流における2次の零スペクトル制約の既約部分グラフをすべて特定する。

第7章で、本論文のまとめと、線スペクトルを持つ系列を生成する符号の評価、特定された既約部分グラフ自体の構造などの今後の課題について述べる。

〒514 三重県津市上浜町 1515

三重大学 電気電子工学科

E-mail: kamabe@ip.elec.mie-u.ac.jp

カオス 2 値系列とその相関特性の  
評価に関する研究

擬似乱数の応用範囲は、従来のモンテカルロ法から、最近では、情報通信へと広がってきている。周知の通り、通信技術は、従来のアナログ方式から、デジタル方式に移行しており、デジタル通信技術の発展は目覚ましいものがある。中でも、スペクトル拡散 (Spread Spectrum; SS) 通信は、最も画期的な技術の一つである。この技術は、情報信号に、これとは無関係な擬似乱数系列を掛け合わせるにより、送信信号の帯域を広げ、受信側ではその擬似乱数系列との相関を取るにより復調するものである。また、異なった擬似乱数系列によりチャネル識別を行なうことで、同一の周波数帯域で複数のユーザが同時に通信する符号分割多元接続 (code division multiple access; CDMA) を可能にする。このスペクトル拡散通信に基づいた CDMA 技術は、様々な利点を有することから、従来の周波数多元接続や時分割多元接続に代わる将来の通信技術として大いに期待されている。CDMA システムにおいては、完全同期状態での各ユーザー間の干渉の度合に關係する“偶相互相関関数”、およびそれ以外の場合にはさらに“奇相互相関関数”を考慮した性質の良い擬似乱数系列が多数必要とされる。また、同期確立のためには、デルタ関数的な自己相関特性が望まれるが、この場合もやはり、偶および奇自己相関関数を考慮しなければならない。CDMA 技術の成否は、用いる擬似乱数系列の相関特性に大きく依存するので、様々な系列の設計が盛んになされてきている。

従来、SS 通信においては 2 値の擬似乱数系列が専ら用いられているが、中でも、最適な偶相関特性を有する Gold 系列や Kasami 系列等のシフトレジスタ系列の集合が良く知られている。ただし、これらは、Welch が理論的に与えた偶相関値の最大値の下界を満足するように設計されており、奇相関に關しての理論的解析は困難とされている。

本論文は、従来のシフトレジスタ系列とは全く異った手法として、非線形エルゴード写像に基づいたカオス 2 値系列の生成法を提案し、その相関特性の評価に關する研究成果をまとめたもので、本文 7 章よりなる。

第 1 章では、研究の背景、動機を述べた後、本論文の構成および主な成果を述べる。

第 2 章では、SS 通信および CDMA の基本原理について説明し、用いる擬似乱数系列の相関特性が重要な役割を担うこと、また、非同期通信においては、偶および奇の 2 種類の相関関数について考慮しなければならないこと等を概説する。また、従来良く用いられているシフトレジスタ系列の生成法について簡単に紹介する。

第 3 章では、まず、一次元非線形エルゴード写像を用いたカオスの生成法およびその時系列解析法を概説する。カオスの統計量の評価法としては、写像のエルゴード性を活用した、“空間平均法”と呼ばれる方法が非常に有効であることを述べる。次に、カオスの実数値系列を 2 値系列に変換する方法を 2 つ提案し、写像の例としてチェビシエフ写像を取り上げ、これより得られる 2 値系列の相関関数の空間平均値の上限を与える。さらに、有限周期のカオス 2 値系列の集合を幾つかつくり、それぞれの集合内での各ペアにおける偶および奇相関値の最大値を調べる。これを従来の Gold 系列や Kasami 系列のそれらと比較した結果、偶相関特性は、劣るものの、奇相関特性に關してはそれほど差が無いことが示される。

第 4 章では、ペロンフロベニウス積分作用素を用いることにより、第 3 章で上限しか与えられなかったカオス 2 値系列の相関関数の空間平均値を厳密に与える。また、チェビシエフ写像より得られる 2 値系列が良好な自己および相互相関特性をもつことも明らかになる。さらに、ここで得られた相関関数の空間平均値を基に、偶相関関数はもとより、従来、困難とされていた奇相関関数の理論的評価を行なう。

第 5 章では、有限周期のカオス系列の統計量の頻度分布がガウス分布に近いことを、経験的に確認する。その分布の平均値は上述の空間平均値で、一方、分散については、その統計量の自己相関関数の空間平均値により、事前に評価出来ることを明らかにする。

第 6 章では、SS 方式を用いた画像の伝送方法について、幾つかのモデルを提案する。SS 方式の実用化は、これまで主に音声データのみであり、画像に關しては、その膨大なデータ量のために、ほとんど検討されていなかった。ここでは、用いる擬似乱数系列の周期長を可変とすることにより、データ圧縮の点で、より効率的な符号化が可能であることを示す。その結果、周期長が任意に可変であるカオス 2 値系列の有用性が確認される。

第 7 章では、以上の研究のまとめと、今後の課題について述べる。

〒 812 福岡市東区箱崎 6-10-1

九州大学 工学部 情報工学科

Tel: 092-641-1101 (ext. 5387)

E-mail: tsuneda@csce.kyushu-u.ac.jp

## Optical Communication Systems

慶應義塾大学 大槻 知明 (東京理科大)

Direct-detection optical communication systems can achieve high energy information efficiency, and are thus expected to be applied to communication systems where transmitter power is severely restricted, such as intersatellite links. As a modulation scheme, pulse position modulation (PPM) is a candidate for NASA's optical intersatellite links. However, there is a throughput limitation for PPM. Thus other modulation schemes with higher throughput are expected. On the other hand, error correction coding is needed to achieve high energy information efficiency in optical intersatellite links.

This thesis analyzes the performance of multi-pulse PPM (MPPM), and proposes new modulation and coded modulation schemes.

In chapter 1, the background and the purpose of this thesis are stated.

In chapter 2, a new coded modulation scheme is proposed where punctured convolutional codes are employed over binary erasure channels (BEC's) constituting PPM channel. Selecting suitable rate for the channel condition, the system is shown to achieve high energy information efficiency in the range of small bandwidth expansion.

In chapter 3, the performance of MPPM is analyzed. Moreover, it is shown that MPPM channel can be seen as the combination of BEC's, and from this perspective, the performance is analyzed; the sum of the capacities of BEC's becomes smaller but that of cutoff rates becomes larger.

In chapter 4, a new modulation scheme is proposed

where overlapping technique is used for MPPM. This scheme is referred to as overlapping MPPM (OMPPM). The superiority over conventional modulations in capacity and cutoff rate is presented.

In chapter 5, trellis codes are employed over OMPPM. The error performance is analyzed and shown that the trellis coded OMPPM can achieve significant coding gains.

In chapter 6, a new modulation scheme is proposed where overlapping technique is used for DPPM. This scheme is referred to as Differential overlapping PPM (DOPPM). The performance is analyzed under the window scheme and shown to achieve higher throughput.

In chapters 7 and 8, coherent subcarrier multiplexing (SCM) technique is studied. In chapter 7, coherent SCM system with distributing local oscillator (LO) in local loop is proposed. Analyzing CNR, the proposed system is shown to have good performance with increasing power of only 2 lasers placed at the central station.

In chapter 8, the effect of laser phase noise on the system proposed in chapter 7 is analyzed. Moreover, Reed-Solomon (RS) code is employed to increase the numbers of stations and channels. It is shown that RS coding is effective to increase them.

In chapter 9, the results and the overall conclusions are summarized.

〒 278 千葉県野田市山崎 2641  
東京理科大学 理工学部 電気工学科  
E-mail: ohtsuki@rs.noda.sut.ac.jp

# 量子通信における量子制御理論の基礎研究

玉川大学 白田 毅 (名工大)

高度情報ネットワーク社会において光通信は必要不可欠な技術として現在も開発が進められている。光波はその高い搬送波周波数に基づき量子現象が顕著になることが知られているが、近年までの光技術は古典的な雑音の抑制を行うものが主であった。しかしながら今日では光エレクトロニクスの進歩により古典的な雑音は抑制され、光通信システムの性能は量子雑音に基づくいわゆる標準量子限界に到達しようとしている。この限界を更に克服するためには光通信システム全体を量子力学によって扱う量子通信理論の開発が必要不可欠である。近年、この量子通信理論の開発により光の量子状態を制御しそれを通信媒体として用いる量子状態制御通信の研究が進められてきている。更に量子状態制御された光の代表例であるスクィズド光の発生も実験的に確認され、究極の量子通信システムである受信量子状態制御方式が提案されている。これらの研究により量子通信システムの有効性が数理的に予測されるに至っている。

本論文は量子通信理論の数理的予測を物理的に実現するため、各種光現象に関する量子制御の諸問題を解明し、標準量子限界を克服する量子通信システムの設計理論を開発することを目的とし、主に以下の2つのテーマについて研究を行っている。

1. スクィズド状態とその生成デバイスの特性解析
2. 受信量子状態制御システムの実現化に関する研究

1. では量子通信システムに応用可能なスクィズド状態生成デバイスを構築することを目的として種々の解析を行っている。これは主に量子光学の分野で発展したスクィズド光に関する研究を通信理論と融合させようとするものである。

まず、スクィズド状態を生成するひとつの物理現象であるSHG（第2高調波発生）についてそのスクィズング特性を調べ、既に解析されているDPA（縮退パラメトリック増幅）と異なり、SHGでは常に信号位相方向の雑音を抑圧するようなスクィズング特性をもつことを明らかにしている。これはSHGにおいては自動的に性質の良いスクィズド光が得られることを意味する。

次に、スクィズング理論に対して現実の実験はそれほど理想的ではないことに着目し、これから実験、量子通信への応用に際し重要になるとされる理想化をはずしたときのスクィズング劣化特性を解析している。

更に、より大きなスクィズングを得るため非線形感受率の虚部を増強した新しい材料の有効性を検討している。

これは、従来のスクィズド光の理論は非線形感受率を実数とみなしてつくられていたのを複素数の場合に拡張して特性解析をしたものであるが、 $\chi^{(2)}$  に関してはスクィズングの大きさは  $|\chi^{(2)}|$  で決るため、 $\chi^{(2)}$  の虚部の増強はスクィズングの増強をもたらすことが明かとなった。また、DPAに関しては同時にスクィズング角のシフトを起こすためこれを補償するためポンプ光の位相が調整されているべきであることを明かにしている。

2. では量子通信システムの構成法そのものに注目し、広田により提案された受信量子状態制御システムをどう構成するかを検討している。この受信量子状態制御というのは量子状態変換のみによって従来の限界を克服するという究極の方式であり、この方式の実現なしに量子通信による大きな革命はないといわれるほど鍵を握っているものであるが、物理的にシステムをどう実現するかについてその構成法は今までシステマティックではなく、現在までに発見的に提案されたシステムは構成が複雑であったり、その原理をほとんどの人が理解できないという点で多くの問題を残している。

本論文では体系的な構成のための基礎を与え、万人がその原理を認めうるシステムを構成するため、従来非ユニタリ過程で構成されていた量子状態制御装置をユニタリ過程で構成する方法を検討し、具体例として光カー効果を使ったシステムを提案してその特性解析を行っている。更にユニタリ過程による標準量子限界克服のためにはその過程に量子現象特有の性質が存在せねばならないことを明らかにしている。

また、非ユニタリ過程による構成法に対しても従来は非標準量子状態光を必要としていたのに対し、これを用いず、信号量子状態に依存してデバイスの特性が変化する性質（量子状態スイッチ）のみを用いて受信量子状態制御システムが構成可能であることを注入同期レーザーを使った例を用いて示している。

以上、本論文において得られた結果は、量子通信が単に数理的に従来の限界を破るだけでなく具体的なシステムとして優れた性能をもつことを理論的に予言するものであるといえる。また今回得られた量子デバイスの特性は、今までの物理学的興味に基づく実験から通信システムの基礎デバイスの実験への移行の方向を示すものとなり、受信量子状態制御方式の構成法に関する結果は、究極のシステムのシステマティックな構成法に道をつける役割を果たしているといえる。

〒466 名古屋市昭和区御器所町  
名古屋工業大学 知能情報システム学科

A Study of Source Coding Algorithms  
with Fidelity Criterion  
東京大学 古賀 弘樹 (東大)

近年の通信ネットワークの発達に伴い、動画などの大規模なデータを高速に伝送する必要が高まっている。特に画像や音声のデータのように、元のデータと再生されるデータにある程度の歪が許容できるときには、データの圧縮率が高くなるので効率のよい通信が可能になる。本論文では歪を許す符号化をレート・歪理論の立場から考察する。

定常エルゴード的な情報源を歪を許して圧縮するとき、符号化によって達成可能なデータの圧縮率はレート・歪関数と呼ばれる歪の関数になる。レート・歪関数を漸近的に達成するブロック符号の存在は、情報源符号化定理によって保証される。ところが、情報源符号化定理は一般に広い情報源のクラスに対して構成的でない形で証明されるので、漸的にレート・歪関数を達成する符号の実体が明確でない。本論文では、離散無記憶情報源とガウス性無記憶情報源の2つの情報源クラスに対して、漸近最良性をもつ符号化法のもつ性質を明らかにするとともに、その符号化法をユニバーサルな形で実現する方法について議論することが目的である。

本論文は5つの章から構成される。第1章は論文全体の導入であり、情報源符号化定理についての概説と、論文の構成の説明が行われる。

第2章では、平均と分散が既知のガウス性無記憶情報源に対して、二乗誤差基準のもとで漸近最良性をもつブロック符号化法を提案する。平均0、分散1の情報源が出力する系列の長さ $n$ のブロックを $x$ と表すとき、 $x$ はブロックの形状 $x/\|x\|_2$ が $n$ 次元単位超球上の点集合 $\mathcal{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_M\}$ の元として、利得 $\|x\|_2$ がスカラー量子化器によってそれぞれ符号化される。スカラー量子化器に関するある条件が満たされるとき、点集合 $\mathcal{Y}$ をうまく選ぶとこの符号化法は漸的にレート・歪関数を達成する。レートと平均歪の漸近的な振舞いはスカラー量子化器だけに依存する。この符号化法は2パス符号化によって未知情報源に対しても拡張できる。未知パラメータに関する適当な条件のもとで、既知情報源の場合と同程度の漸近的特性をもつために余分に必要レートは、未知パラメータ1つあたり $\frac{1}{2n} \log_2 n + O(\frac{1}{n})$ ビット、さらに分散が未知の場合

には $O(\frac{1}{\sqrt{n}})$ ビットである。

第3章では、無歪ユニバーサル符号である Lempel-Ziv 符号 (1977) の歪を許す場合への拡張を有歪再帰時間の立場から考察する。いま  $X = \{X_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$  を情報源の確率変数列、 $x = \{x_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$  をその実現値とし、歪水準  $\Delta$  に対して  $M_n(x, \Delta)$  を  $x_1^n$  と  $x_{-nM+1}^{-(n-1)M}$  の歪が  $\Delta$  以下となる最小の自然数  $M$  と定義する。ここに  $i \leq j$  に対して  $x_i^j = x_i \cdots x_j$  である。最初に有限アルファベット  $\mathcal{A}$  をもつ離散無記憶情報源に対する  $M_n(X, \Delta)$  の漸近的な振舞いを考察する。 $\mathcal{A}$  上の確率分布を  $p$ 、 $p$  から決まる  $X$  の確率測度を  $P$  で表す。すると任意に固定した歪水準  $\Delta$  に対して、確率測度  $P$  のもとで  $\frac{1}{n} \log_2 M_n(X, \Delta)$  の確率的な上界が  $R(\Delta) + D(p^* \| p)$  になることが示される。ここに  $D(p^* \| p)$  はダイバージェンス、 $p^*$  は試験通信路の出力分布である。また、 $p'$  を適当な条件を満たす  $\mathcal{A}$  上の確率分布とし、 $P'$  を対応する確率測度とすると、確率測度  $P'_{(-\infty, 0]} \times P'_{[1, \infty)}$  のもとでの  $\frac{1}{n} \log_2 M_n(X, \Delta)$  の確率的な上界として  $R(\Delta) + D(p^* \| p')$  が得られる。ここに  $P'_{[i, j]}$  は確率測度の  $X_i^j$  への制限である。確率測度  $P'_{(-\infty, 0]} \times P'_{[1, \infty)}$  は符号器と復号器が共有するデータベースを確率分布  $p'$  で生成することに相当し、冗長度は  $D(p^* \| p')$  となる。特に  $p' = p^*$  のときは  $\frac{1}{n} \log_2 M_n(X, \Delta)$  はレート・歪関数に確率収束する。ガウス性無記憶情報源の場合は、歪水準  $\Delta$  に対して  $M_n(x, \Delta)$  の定義を修正することにより、 $\frac{1}{n} \log_2 M_n(X, \Delta)$  は確率測度  $P$  のもとでレート・歪関数に確率収束することが示される。

情報源が離散無記憶のとき、歪水準  $\Delta$  に対応する試験通信路の出力分布  $p^*$  は歪を許す符号化において重要な役割を果たす。第4章では  $p^*$  のユニバーサルな推定アルゴリズムを提案する。いま、離散無記憶情報源の確率分布を  $p$  で表す。推定アルゴリズムは適当な条件を満たす確率分布  $q$  の補助情報源の出力が利用できると仮定する。推定アルゴリズムは情報源の長さ  $n$  の  $L$  個のブロックと補助情報源の長さ  $n$  の  $M$  個のブロックを使って  $p^*$  の推定値  $\hat{p}^*$  を出力する。推定アルゴリズムには、任意に固定した  $\varepsilon > 0$  と  $\delta \in (0, 1)$  に対して少なくとも確率  $1 - \delta$  で  $D(p^* \| \hat{p}^*) \leq \varepsilon$  を満たす推定値  $\hat{p}^*$  を満たすという規範を課す。この推定の規範は、第3章で議論された符号化法の冗長度を  $\varepsilon$  以下にするという意味をもつ。第4章の主要な結果は、この推定アルゴリズムが実際に推定規範を満たす  $\hat{p}^*$  を出力するための  $R_X \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n} \log_2 L, R_Y \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n} \log_2 M, n$  の下限を  $\varepsilon$  と  $\delta$  の関数として導出したことである。推定規範は計算論的学習理論における PAC 学習モデルと同様のモデルであり、PAC 学習的な考え方をシャノン理論的な問題に対して初めて応用したという意味も

もっている。

第5章は論文全体の総括であり、第2,3,4章で得られた結果を簡潔にまとめている。

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

東京大学大学院 工学系研究科 計数工学専攻

Tel: 03-3812-2111 (ext. 6934)

E-mail: koga@sr3.t.u-tokyo.ac.jp

## 10年一昔

——— 私の Key Paper ———

今井秀樹 (東京大学)

恩師宮川先生

今年は筆者の恩師、元東大教授の宮川洋先生が亡くなってから丁度10年になる。10年一昔というが、筆者にとっても、10年は奇妙に意味のある一つの単位となっている。本会編集理事の今村先生から、この時期に原稿のご依頼を頂いたのも何かの縁と思い、10年にまつわる話しを書かせて頂くこととした。

Key Paper が研究のきっかけを与え、その面白さを教えてくれたものだとなれば、筆者の Key Paper は正に宮川先生と言ってよいだろう。筆者の大学院在学中、当時宮川研の隣にあった瀧保夫先生の研究室に岩垂好裕先生(現名大教授)、羽鳥光俊先生(現東大教授)という素晴らしい先輩がいて、多くを教えて頂いた。しかし、その後の30年に及ぶ符号化の研究に方向付けをして頂いたのは、やはり宮川先生である。

筆者は、卒業論文は先生の下で、パターン認識の研究を行ったし、修士課程では、スペクトル拡散の研究を行った。しかし、修士課程のときから符号理論の面白さにひきつけられ、その当時はほとんど唯一の参考書であった W. W. Peterson 教授の「Error-Correcting Codes」を夢中になって読んだものである。また、博士課程のときには、E. R. Berlekamp 教授の「Algebraic Coding Theory」を伊藤紘二先生(現東京理科大教授)と輪講した。いずれも、目の前に全く新しい世界を展開してくれた著書であり、筆者の Key Paper であるのだが、それらに目を向けさせ、励まして頂いたのは宮川先生であった。

その先生が亡くなったのは、10年前の10月18日タイでのことであった。筆者は、そのときハワイ大の S. Lin 教授のところ滞在していた。あのときの家内からの電話は、今でも鮮明に覚えている。あれから10年、様々なこ

とがあり、筆者は横浜国大から東大に移って、先生の歳、53歳に近づきつつある。しかし、当時の先生の大きさは、これから10年掛けても追いつけそうにない。

2次元符号と代数幾何符号における10年

博士課程では、後に ATT ベル研の N. J. A. Sloane 氏らが独立に構成した修正プレパラタ符号、本会会長の笠原正雄先生や副会長の平澤茂一先生らにより、後に組織的に構成された BCH 符号の伸長符号などはしりとなるような研究も行ったが、最も興味を持ったのは、2次元符号の研究であった。これも、宮川先生から、当時、野村民也先生の大学院生であった福田明氏(現静岡大教授)が2次元系列に関し面白い研究をしていると聞いたのが発端である。東大在学中は、福田氏らと2次元 M 系列を導き、博士課程を終わった後、横浜国大で、2次元巡回符号の研究を開始した。

2次元巡回符号の研究は、その後、阪田省二郎先生(現電通大教授)をはじめとする何人かの研究者に受け継がれ発展していった。国際会議 AAEECC の創始者のツールズ大 A. Poli 教授、現在は暗号の世界で有名なカールスルーエ大 T. Beth 教授、多くの名著で有名なイリノイ大 R. E. Blahut 教授らもこの研究を行ったが、主要な研究成果は日本で生まれたので、世界の符号理論研究者の間では、2次元符号は日本のスペシャリティだと言われたものである。

筆者は、2次元巡回符号に関しバースト誤り訂正や符号化法について研究した後、興味をより実用的な符号に移していたので、阪田先生に、2次元 BCH 符号の構成法や復号法については是非研究して欲しいなどお願いしていた。それが、ほぼ10年後に阪田アルゴリズムの発明につな

がり、さらに、そのアルゴリズムが代数幾何符号の復号に大きな役割を演じることになる。もう少し2次元巡回符号にこだわっていたら、ひょっとすると、V. D. Goppa氏よりも早く代数幾何符号に接近していたかも知れないと、残念な思いをすることもあるが、これは、所詮あと知恵というものである。

代数幾何符号といえば、これにも不思議に10年がついてまわる。代数幾何符号は、符号理論の中心課題「良い符号をいかにして構成するか」に対する解として生まれてきた。この課題に対する最初の結果はハミング符号の発明である。これが1950年である。次の主要な成果は1959年から61年に掛けてのBCH符号、リード・ソロモン符号、およびそれらに対するピーターソン復号法の発明である。その次の重要な成果は、ゴッパ符号で1971年(あるいは、ちょっと苦しいが、1968年のパーレカンブ・マッシー復号法と1975年の杉山、笠原、平澤、滑川先生によるユークリッド復号法との間をとって1971~1972年)、そして、代数幾何符号の1981年である。1990年前後には、代数幾何符号の復号法が完成した。

こうして見ると、10年毎にこの中心課題に対する大きな成果が得られている。当然つぎは、2000年ということになる。どなたか、頑張ってください、私の大発見「符号理論10年周期説」を2000年まで適用可能にしてください。

#### 符号化変調における10年

2次元巡回符号とともに、多レベル符号化変調もその起源は宮川研にある。これは、郵政省の片岡志津雄氏(現第2電電取締役)が研究生として宮川研に来られ、筆者らと共同で行った研究が発端となった。その後、横浜国大で、筆者の大学院生であった平川秀治君(後に宮川研で博士、現東芝)とともに、東大での研究を進展させ、多レベル符号化方式として完成したのである。この研究成果は、今では、G. Ungerboeck氏(IBM)の成果と並んで符号化変調分野を拓いたものと考えられている。しかし、そこに至るまでには、10年の歳月が必要であった。

IEEE情報理論誌に今井・平川の論文が掲載されたのが、1977年であるが、1980年代の半ばまで全く注目されることはなかった。初めて、この論文を評価したのは、R. M. Tanner教授(現カリフォルニア大サンタクルツ校副学長)である。その後、D. Forney氏(現モトローラ・コーデックス副社長)らにより現在の評価が確立した。Forney氏は、今井・平川の論文は出るのが10年早すぎたと言っていた。これは、筆者にとっては、大変な賞賛に聞こえ、感激したものである。

その後、学生には、10年後に評価されるような仕事をしなさい、とすることにしている。もっとも、筆者自身は、研究費獲得の都合もあり、そうのんびりした仕事ばかりしている訳にはいかず、速効性のある研究を行うことも少なくない。しかし、今でも、10年後に新しい分野を拓くような研究をしたいと願っている。

10年後に何が評価されるのかを予測するのは、極めて難しい。結局は、すぐには役に立たないが、何か面白いと思った研究をするしかないだろう。運が良ければ、それが10年後に評価される。ただ、研究の「筋のよしあし」は、あるような気がする。今井・平川の論文を書いたとき、筆者は平川君に、この研究は筋が良いから、いつかはきっと高い評価を得るだろうと予言した。

何によって筋のよしあしを判定するかは難しく、勘に頼らざるを得ない場合が多いかも知れない。よく言われることであるが、簡単なものが良い、というのは一つの真実であろう。もっとも、簡単というのは、見方に依存するから、簡単かどうかを判断するのは、簡単な問題ではない。

#### ニューメディアからマルチメディアへの10年

最近、新聞紙上やテレビでマルチメディアということばを見ない日はないと言ってよい。マルチメディアフィーバーは鎮静化しつつあるという見方もあるが、まだまだその勢いは強いし、フィーバーは治まっても、マルチメディアは様々な分野で定着していくと思われる。

マルチメディアの前にニューメディアということばがあったことを覚えている人は多いだろう。概念としては、両者は酷似している。しかし、ニューメディアは10年前の宮川先生の逝去の頃から衰退していった。先生はニューメディアの代表的な旗手であったから、筆者には、ニューメディアの盛衰が先生とだぶって見えてしまう。

ニューメディアはハード重視でソフトやヒューマンインターフェースを軽視していた、シーズ先行でニーズがないものを開発した、とかの批判もあるが、筆者は、単に、ニューメディアの概念を活かすまでには、技術が成熟していなかっただけのことだと思っている。むしろ、ニューメディアを支えた人々は、10年先を見通せる先見性を持っていたと言った方がいいだろう。ニューメディア時代に現れた多くのアイデアが、マルチメディア時代に花開こうとしている。

事実、マルチメディアの基盤をなす画像符号化技術は、何らかの形で宮川先生に薫陶を受けた人々によって支えられていると言っても言い過ぎではない。MPEGの中心となって活躍したイタリアのL. Chiariglione氏は、筆者と同じ頃宮川研の大学院生であったし、同じくMPEGの中

心人物の NTT の安田浩氏は、やはり東大電気・電子専攻の大学院で猪瀬研に所属していた。また、高速画像処理等で知られる NTT の青山友紀氏は宮川研で筆者の 1 年後輩であり、顔画像の研究で世界のリーダーである原島博東教授は 2 年後輩である。ニューメディア時代からの流れはこれらの人々に受け継がれ、マルチメディア時代を支えているのである。

筆者は当初マルチメディアに反発を覚えていた。「ニューメディアよさようなら、マルチメディアよこんにちは」というのは、確かに、元気をつけるには良いかも知れないが、ニューメディアの旗手達に失礼だと感じたからである。もちろん、流行には余り乗りたくないという美意識もあった。しかし、最近では、マルチメディアはニューメディアの直接の後継者であり、宮川先生の弟子として、マルチメディアの着実な進展に少しでも寄与すべきだと考えている。

こだわりを捨てると、マルチメディアもなかなか面白い。特に、マルチメディア移動通信は、今後の大きな研究テーマになりそうである。スペクトル拡散方式は、その効率の良い実現の鍵となるかも知れない。

#### スペクトル拡散における 10 年

スペクトル拡散の研究も、この数十年の間に盛衰を繰り返している。現在は第 3 次ブームが鎮静化しつつあるように見えるが、実用化は着実に進展しつつある。筆者は第 1 次ブームのさなか、前述のように東大大学院修士課程のとき、この研究に着手した。スペクトル拡散による CDMA (Code Division Multiple Access) のための最適波形などを導いて、宮川先生と共著で発表した。最近またこの研究が外国で復活しているようである。

その後、筆者の大学院生となった河野隆二君 (現横浜国大助教授) と共にスペクトル拡散の研究を再開したのは、丁度 10 年後の 1970 年代の終わりである。当初は拡散用系列の研究をしていたが、河野君が東大大学院博士課程に進学し、羽鳥研に在籍していたとき、NTT の正村達郎氏らの他局間干渉除去を発展させた研究を行った。この研究もまた、ほぼ 10 年後になって評価されることになる。

この研究におけるアイデアの多くは、河野君の車で移動しているときのディスカッションの中から生まれた。このとき、筆者としては、ほぼ最適解を得た積もりであったのであるが、後に、プリンストン大の S. Verdue 教授らにより、さらに厳密な議論がなされ、多くの成果が得られた。これもまた、もう少しこだわっていればと残念に思っている。非同期 CDMA 方式の最適受信に対するヴィタビ復号の応用などは、瀧研の先輩の小林久志氏 (現プリン

ストン大教授) によるパーシャルレスポンスの最尤復号にヒントを得たもので、筋の良い研究だとは思ったのであるが、十分な検討を加えることもなく終わってしまった。

しかし、その後、河野君が中心となって、スペクトル拡散に関し極めて活発な研究を続けていることは心強い。宮川先生の下で筆者がスペクトル拡散の研究を始めた 4 半世紀前とは違い、今は世界が活躍の舞台となっている。正に隔世の感がある。宮川先生から始まったスペクトル拡散の研究が、大きく花開きつつあると言えよう。

#### 暗号研究における 10 年

スペクトル拡散通信方式の一つの特長は、守秘性が良いことだと言われている。しかし、攻撃者が高い能力を持つ場合には、暗号を用いなければ、秘密を守るのは難しい。

暗号の歴史は数千年に及ぶが、現代暗号の研究は、アメリカの連邦政府標準暗号 DES の制定や公開鍵方式の発明などを契機として、1970 年代の半ばから始まったとされている。我が国において、現代暗号の研究が本格的に開始されたのは、丁度 10 年前、第 1 回暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS) が静岡県静岡市で開催されたときである。このシンポジウムは宮川先生が委員長、筆者が幹事となって創設した。

今日、通信ネットワークにおける情報セキュリティ強化が差し迫った問題となっているが、先生は 10 年前に、それを見通しておられたのであろう。以後、SCIS は毎年開催され、今日に及んでいる。日本の現代暗号の研究はこの SCIS とともに発展してきたと言っても過言ではない。

筆者自身が暗号の研究に手を染めたのは、1981 年、松本勉君 (現横浜国大助教授) が筆者の研究室の大学院生となったときである。その年、松本君および卒業生の登坂智子さん (旧姓岡田、現日立製作所) と共同で行った研究が、最初の成果となった。この成果は、登坂さんが、この年、電子情報通信学会に新設された情報理論研究会で発表した。彼女は情報理論研究会の記念すべき一般講演者第一号である。

1983 年松本君は東大大学院宮川・原島研に進学した。このとき、松本君が、錬金術師のように次から次へと研究成果を産みだし発表する、と言っていたのが、いかにも彼らしく、印象に残っている。確かに、その後、松本君は次々と研究発表を行った。

1986 年松本君が横浜国大に戻って、筆者の研究室における暗号研究が本格化することとなった。暗号鍵共有方式 KPS (Key Predistribution System) が生まれたのは、1987 年のことである。まだ、10 年経っていない。KPS も筋が良いと思った研究の一つであるので、2 年後には、

インターネットなど大規模ネットワークにおける鍵共有方式として広く受け入れられるようになればと期待している。また、その10年後には世界中の人々が使っているという夢を見ている。

#### その他の10年

10年経って復活したという研究は、思い出して見ると、まだ他にもある。1970年代の半ば、大学院生の上柳裕君（現富士通）と、BCH符号の復号法に関連して、ガロア体の元の逆元を効率良く求める方法を導いたのであるが、それに関連した研究が1980年代の半ば、暗号化・復号の高速化を主たる目的として何人かの研究者によって行われた。もっとも、これは余り大きな研究分野には発展しなかったようである。

このように、10年あるいはそれ以上前の筆者らの研究が他の研究者によって復活することが多かった。そこで、松本君が、「若い研究者が研究発表をすると、その度に、自分のノートをおもむろに広げ、『君、その研究は10年前に僕がやったよ。ここに書いてあるよ。』と言う嫌らしい老研究者みたいですね」と筆者をからかったものである。

学生には、10年先を見て研究しているのだとうそぶいているが、実は、そのとき面白いと思ったものを研究しているだけというのが実態に近い。しかも、10年後に他の

研究者によって研究が進展するというのは、十分な検討を行わずに済ましてしまったということであり、悔いが残る。ただ、世の中には、面白いことが多すぎて、一箇所に留まっているのは難しい。

#### 符号化研究30年 + 10年

宮川先生の下で符号化の研究を始めてから丁度30年になる。横浜国大と東大で、誤り制御符号化とその応用、通信路符号化、暗号と情報セキュリティ、スペクトル拡散とCDMA、情報源符号化、デジタル信号処理など多くの分野の研究を行ってきたが、結局は30年間符号化の研究を行っていたに過ぎない。しかし、符号化技術は情報技術の中で、極めて重要な位置を占めているし、今後のハードウェア技術の進展に伴って、その重要性は益々高くなっていくだろう。

符号化を通して、情報の本質や情報と人との関わりも見えてきそうな気がしている。筆者はこれまで、素晴らしい恩師、先輩、後輩に恵まれ、優秀な弟子にも恵まれた。ただ、残念なことに、その恵まれた環境を十分活かしきるだけの力量には欠けていた。未だに、符号化の真髄を極めたいと言いたい。これからおよそ10年、定年を迎える頃までは、やはり符号化の研究を続けていくことだろう。そのときには、もう少しそれが、はっきり見えてくればと願っている。

## 電子情報通信学会の Society 制移行と SITA との関係

山本博資 (東京大学)

本学会の庶務理事と電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティの大会担当幹事を担当している関係から、両学会の事情をよく知っているだろうということで、表記のタイトルで記事を書くように編集理事から依頼されました。しかし、既に前号のニューズレターで基礎・境界ソサイエティ会長の原島先生の方から、ソサイエティ制導入の経緯と充足した基礎・境界ソサイエティの組織構成などが詳しく紹介されています。そこで、本稿では通信学会のソサイエティ制と本学会との間にどのような問題点があるかをチェックし、その問題点に関する勝手な私見を述べたいと思います。なお、ここで述べる意見は、あくまで一会員と

しての私見であり、庶務理事としてのものではありませんので予めご了承下さい。

前号に掲載された基礎・境界ソサイエティの組織図から、本学会に関係した部分を抜き出すと次のようになります。

- 電子情報通信学会 (春に総合大会開催)
- 基礎・境界ソサイエティ (秋にソサイエティ大会開催)
- 情報通信基礎サブソサイエティ

- 情報理論研究専門委員会
- 情報セキュリティ研究専門会
- スペクトル拡散研究専門委員会

ソサイエティ大会は、秋にソサイエティごとに開催する大会であり、ソサイエティごとで自由に日程、場所、セッション企画などを設定できます。準備の都合などにより、今年秋のソサイエティ大会はほぼ従来通りの形式で開催されますが、それ以後のソサイエティ大会に関しては、より魅力ある大会になるように工夫がなされて行くものと思われます。しかし、この「ソサイエティ大会」や「情報通信基礎サブソサイエティ」の運営方針などを始めとして、上記組織の細部についてははまだ十分に検討されていない点多く、それらについては、これから詳しい検討を行っていかねばなりません。したがって、ソサイエティ制は今後時間をかけて試行錯誤を繰り返しながら、成熟させて行くことになると考えられます。それらの結果をふまえてソサイエティ制発足後の3年目に、通信学会の組織全体の見直しが行われると聞いています。

情報通信基礎サブソサイエティが対象とする研究領域は、本学会の領域と大きくオーバーラップしており、前号に原島先生が書かれたように「両者は基本的に一体である」と考えることができます。このような本学会と性格がほぼ等しい組織である情報通信基礎サブソサイエティに対して、本学会がどのような関係を保っていくべきかが重要な問題となります。あるいは、両組織の構成員がほぼ同じであることより、この問題は「両組織を我々がどのように運営していくべきかが問題になる」と言い換えた方がよいかもしれません。

2つの組織を使い分けるメリットとして、原島先生は「SITAについても、その活動が通信学会の情報通信基礎サブソサイエティの活動としても見えるようにしておけば、宣伝効果も抜群である。色々な活動を共催すれば、通信学会の活動費を使ってSITAの活動を活性化できる。」という点をあげています。しかし、ほぼ同じ性格の組織が2つも存在することのデメリットも数多く存在します。例えば次のような欠点があります。

- (1) 学会の運営を行うための人手(役員や各種委員)が多く必要になり、会議や雑用の回数が増える。
- (2) 組織の外部(特に外国)からみた場合、非常に組織が複雑で混乱を生じる。(内部の人でも混乱するかもしれない。)
- (3) ソサイエティ大会の改革が進み、ソサイエティ大会が魅力ある大会になった場合、SITAシンポジウム

とソサイエティ大会の役割分担を考える必要がある。

- (4) 両組織に所属するためには、2つの学会に会費を支払う必要がある。

(2)に関しては、例えば外国から情報理論に関連するワークショップやシンポジウムの共催の依頼先を探そうとしたとき、「基礎・境界ソサイエティ」「情報通信基礎サブソサイエティ」「情報理論研究専門委員会」「情報理論とその応用学会」のどこにコンタクトを取ればよいか、分かりそうにありません。また、「情報通信基礎サブソサイエティ」と「情報理論とその応用学会」の両方で共催するとした場合、そのことを決めるためにそれぞれの組織で承認を得る必要が生じて、手続きが複雑で効率の悪いものになります。

これらの矛盾点を最もすっきりした形で解消するには、両組織が「基本的に一体」ではなく、「本当に一体」になることです。そのためには、極端な方法として本学会を発展解散して「情報通信基礎ソサイエティ」として活動を継承していく方法も考えられます。しかし、この方向に関しても次のような問題点があります。

- (a) 情報通信基礎 サブソサイエティ の中途半端さ
- (b) 通信学会への不信
- (c) 現在本学会にだけ入会している会員にとっては、通信学会に入会すると会費が実質的に数倍になる。

(a)の問題点を少し詳しく書くと、「情報通信基礎」は現在ソサイエティではなく サブソサイエティ であり、「システムと信号処理」および「音響・超音波」の各サブソサイエティやその他幾つかの独立した研究専門委員会などと合同して基礎・境界ソサイエティを構成しています。そのため、情報通信基礎が サブソサイエティ として活動しているのでは、情報通信基礎が独立性を十分に発揮できない可能性が心配されます。

情報通信基礎が単独のソサイエティとして出発できなかった理由は、前回の原島先生の原稿に詳しく書かれていますが、論文誌発行の独立採算性の問題や、従来から同じ基礎・境界グループを構成していたシステム信号処理分野を始めとする他の研究専門委員会への配慮などがあったようです。基礎境界分野の一本化と情報通信基礎 サブソサイエティ 制度は、その苦心の末の決定であったことがよく分かりますが、少しすっきりしない点もあります。それは、ソサイエティ制にグループという奇妙な(?) 制度も

導入されていることです。グループは小さなソサイエティであり、独自の論文誌を発行しない点を除いてソサイエティとほぼ同等の独立性が認められています。現実には、ヒューマンコミュニケーショングループが基礎・境界から分かれて発足しており、ヒューマンコミュニケーショングループに関する論文は基礎・境界ソサイエティの論文誌に掲載することが認められています。

このようなグループ制があるのなら、基礎境界ソサイエティ内にいろいろなサブソサイエティを作るより、例えば「情報通信基礎グループ」「システムと信号処理グループ」「音響・超音波グループ」「ヒューマンコミュニケーショングループ」etc.として互いに独立し、論文発行に関してだけは共通の論文誌を持つシステムにした方がすっきりしたシステムになると思われま

(b) に関しては、本学会の設立の経緯と深く関係しているものと思われま

この心配は (a) の問題点とも関係しており、情報通信基礎が完全に独立したソサイエティなりグループになれば、そのような心配も少なくなると思われま

最も大事にしなければならない伝統は、言うまでもなく SITA のシンポジウムです。通信学会の情報セキュリティ専門研究委員会が毎年開催している「暗号と情報セキュリティシンポジウム」を見れば、通信学会に属したとしても SITA シンポジウムの良い伝統は十分守れそうに思われま

SITA のシンポジウムは現在実行委員会方式を取って開催しており、毎年異なる大学や企業が担当するため、開催のノウハウが必ずしも次の開催担当者によく伝わらず、毎年実行委員会が非常な苦勞をして開催しています。二つの組織を一つにできれば、それだけで委員の数をかなり減らすことができ、その節約した人的パワーを SITA のシンポジウムの方にまわせば、SITA シンポジウムの開催がもっとスムーズに毎年行えるようになるかもしれません。

上では、本学会を発展解散して「情報通信基礎ソサイエティ」に合併吸収するような過激な案について書きましたが、もちろん可能性の一つとして述べただけであり、そのような方法がベストだと主張している訳ではありません。「通信学会の情報通信基礎」と「情報理論とその応用学会」との関係をどのように保っていくかについて、議論が多く行なわれればそれだけ良い案が生まれるものと思われま

## 電子情報通信学会情報通信基礎サブソサイエティ発足案内とお願い

河野隆二 (横浜国大)

本年度から電子情報通信学会の基礎境界ソサイエティが発足し、同時に同ソサイエティ内に情報理論、情報セキュリティ、スペクトル拡散の3研究会を中心とした「情報通信基礎サブソサイエティ」が発足しました。発足の経緯や本学会との関係につきましては、SITA ニュースレター前

号 (No.20) において原島博先生 (東大) が書かれた記事の中でも、紹介されています。実際にサブソサイエティとしての活動は7月に始まり、活動および実質的な会員構成などの面で本学会と極めて密接な関係がありますので、発足の案内、活動方針の紹介ならびにご協力をお願いをさせ

て頂きます。

#### 情報通信基礎サブソサイエティ運営委員会構成

委員長	今井秀樹 (東大)
会計幹事	稲積宏誠 (青山学院大)
庶務幹事	河野隆二 (横国大)
企画幹事	松本 勉 (横国大)
IT 研委員長	韓 太舜 (電通大)
ISEC 研委員長	田中初一 (神戸大)
SST 研委員長	坪内和夫 (東北大)
SITA 庶務理事	山本博資 (東大)

#### 運営委員会の担務

- サブソサイエティの会計 (予算・決算)
- 研究専門委員会の活動を援助
- ソサイエティ大会の企画をソサイエティ運営委員会に提案
- 国際会議の主催
- サブソサイエティとしての新規事業の企画、プロモーション

#### 本会との関係

- 情報理論とその応用シンポジウムの共催
- 新規企画の共催

電子情報通信学会がソサイエティ制に移行しました最大の目的は、各研究会・サブソサイエティなどによる独自の

企画・運営活動の促進にあり、電子情報通信学会という大きな組織の利点を保ちつつ、本学会のように情報理論を中心とする関連分野の研究者が連帯感、帰属意識を持って自由な学問ならびに実用における多様な議論を行える小学会の良さを取入れることにあると考えられます。もちろん、活動の自由度が大きくなった代わりに、財政的にも独立採算でソサイエティが成り立つように努力する必要があります。そこで、情報通信基礎サブソサイエティでも収益事業を行うことが求められています。また、他ソサイエティにおいても各専門分野における基礎を独自に取り込んでいく動きもあり、基礎境界ソサイエティおよび情報通信基礎サブソサイエティの存続のためにも新規企画事業を行い、活発な活動を誇示することも必要と考えられます。

そのためには本学会の会員各位のご協力が不可欠であり、具体的にはミニワークショップ、セミナー、講演会、国際会議などの新規企画を提案頂きたいと存じます。次回のサブソサイエティ運営委員会は10月11日に予定されています。企画につきましては、企画幹事松本 勉 (電話:045-338-1173、FAX:045-338-1157、Email:tsutomu@mlab.dnj.ynu.ac.jp) へ、その他のご意見、ご要望などのつきまちは、庶務幹事河野隆二 (電話:045-338-1177、FAX:045-338-1157、Email:kohno@kohanolab.dnj.ynu.ac.jp) へご連絡下さいますようお願い申し上げます。

## 国際会議報告

### IEEE Information Theory Workshop '95

Oscar Yasuo Takeshita(東京大学)

6月25日から29日の5日間にわたってポーランドでIEEE Information Theory Workshop (ITW'95) が開かれました。

日曜日の夕方の歓迎会に始まり、学会は7つのセッション(誤り訂正符号、通信理論、多元接続、符号化変調、シャノン理論、ニューラルネットワーク、情報源符号化)に分かれており、各セッションは6件の招待講演で構成されていました。更に Recent Results セッションにも24件の講演がありました。

どの発表も興味深く、熱心な討論が行なわれていました。私自身は符号化変調のセッションで、今井秀樹先生と

河野隆二先生との共著の論文を発表しました。発表後、そのセッションの座長であった Biglieri 先生や、この分野で活躍している D. Costello 先生、C. Heegard 先生と意見交換ができたことは貴重な経験となりました。

会場となったホテルは、ポーランド国内で有数の都市であるポズナンから80キロ南に位置しており、小さな町の一角にありました。以前は貴族の住む城であった建物が現在はホテルとして運営されているとのこと。現地の住民は敬虔なクリスチャンで日曜日だけでなく平日も教会へ通っているようでした。

食事は新鮮なものを豊富にとることができ、特にとれたてのオレンジを絞ったオレンジジュースが気に入りました。また、現地の主食がじゃがいもであるため、白いご飯

が懐かしく感じられました。

次回の ITW'96 は 6 月 9 日から 13 日までイスラエルの

ハイファにて行なわれる予定です。Recent Results セッションでは十月一日まで論文を募集しています。

## 報告とお知らせ

平成 7 年度第 2 回情報理論とその応用学会理事会

日時:1995 年 7 月 14 日 (金), 10:00-13:00, 場所: 早稲田大学国際会議場

議題: 1)1994 年度会計監査報告、2)SITA'94 決算・監査報告、3)ISITA'94 決算報告、4)SITA'95 開催準備報告、5)SITA'96 担当機関の決定、6)ISITA'98 開催地の決定、7)ISITA'96 の準備状況、8) 第 2 回若手研究者のための講演会、9) レクチャーノート原稿の件、10)digital library に関する奈良先端大との「学会電子化研究プロジェクト」、11)SITA メールシステムの効率的な利用法、12) 理事会議事録のニュースレター掲載法、13) 名誉会員制、14) 新入会会員、退会会員

SITA '96 開催予定: 電通大が担当し、来年の 11 月頃、関東地区で開催する。

ISITA '98 開催予定地の決定:

メキシコ市 (メキシコ) と西安市 (中国) との 2 案を検討した結果メキシコ市に決定した。

SITA '95 共催団体名の変更; 従来の「電子情報通信学会情報理論研究専門委員会」を「電子情報通信学会情報通信基礎サブソサイエティ (情報理論・情報セキュリティ・スペクトル拡散研究専門委員会)」に変更する。

レクチャーノート: 情報理論とその応用シリーズ (培風館)

分冊 1(情報源符号化とデータ圧縮)、分冊 2(確率過程)、分冊 3(符号理論とその応用)、分冊 4(暗号と認証)、分冊 5(情報伝送の理論と方式) の発刊状況は、分冊 2 が既刊 (昨年 6 月)、分冊 4 は本年末に発刊予定の他は未定。

学会電子化研究プロジェクト

本学会でも笠原会長、河野編集理事が中心となって、ワーキンググループを作り検討する。

理事会議事録のニュースレター掲載法; 主な議題と会員に有用な内容の紹介程度にする。

新入会会員	大矢雅則 (東京理科大学)	須鎗弘樹 (東京理科大学)	斉藤秀俊 (愛媛大学)
	吉岡正典 (電気通信大学)	渡邊 昇 (東京理科大学)	恒川佳隆 (岩手大学)
	正本利行 (長岡技術科学大学)	羽田 亨 (日本無線 (株))	和田山正 (岡山県立大学)
	松井甲子雄 (防衛大学校)	本田康弘 (三重大学)	宗像 勉 (玉川大学)
	永野宏治 (室蘭工業大学)	石井直人 (横浜国立大学)	実川大介 (横浜国立大学)
	藤岡真悟 (横浜国立大学)	吉井 勇 (横浜国立大学)	目次康男 (法政大学)

退会会員 新家正総 (富士通研究所)

会員数 (2/4 現在) 一般会員 : 375 名 学生会員 : 15 名 賛助会員 : 22 社

## 編集後記

今年の第2号をお届けします。本年度も第2号は、博士論文特集号にしました。編集理事・編集幹事の努力により、7件の学位論文要旨を掲載することが出来ました。投稿下さった執筆者の皆さんに、学位取得のお祝いとご協力へのお礼とを申し上げます。

本号から電子メールによる配布を実施します(電子メールを使用しない会員には、従来通りに、郵送による配布をします)。電子メールによる配布は、経費の節約(郵便料金

130円)だけでなく、時代の流れに沿っていると思いますので、是非ご協力をお願いします。

電子情報通信学会の Society 制移行と本学会との関係について、会員の意見を紹介して行きたいと考えています。原島先生(20号)と山本先生(21号)の記事を読み、興味を持たれた方は編集担当者宛てにご意見をお送り下さい。(今村)

## 編集担当者

今村 恭己(編集理事)

〒820 福岡県飯塚市大字川津  
九州工業大学 情報工学部 電子情報工学科  
Tel. 0948-29-7662  
Fax. 0948-29-7651  
E-mail imamura@cse.kyutech.ac.jp

河野 隆二(編集理事)

〒240 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 156  
横浜国立大学 工学部 電子情報工学科  
Tel. 045-335-1451, ext. 2813  
Fax. 045-338-1157  
E-mail kohno@kohmolab.dnj.ynu.ac.jp

稲積 宏誠(編集幹事)

〒157 世田谷区千歳台 6-16-1  
青山大学 理工学部 経営工学科  
Tel. 03-5384-1111, ext. 3507  
Fax. 03-5384-6500  
E-mail hiro@ina-lab.ise.aoyama.ac.jp

高田 豊雄(編集幹事)

〒630-01 奈良県生駒市高山町 8916-5  
奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
Tel. 07437-2-5211  
Fax. 07437-2-5219  
E-mail takata@is.aist-nara.ac.jp

情報理論とその応用学会事務局

〒606 京都府京都市左京区松ヶ先御所海道町  
京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科  
笠原研究室内

Tel. 075-724-7471

Fax. 075-724-7400

E-mail kasahara@paylia.dnj.kit.ac.jp