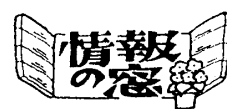


第 57 回シンポジウムルポ



林坂弘一郎 (神戸学院大学)

平成 19 年 3 月 27 日、第 57 回シンポジウムが鳥取大学鳥取キャンパスにおいて 56 名の参加者を得て開催された。今回のテーマは「信頼性—温故知新—」であり、信頼性をテーマとしたのは平成 6 年 5 月に開催された第 31 回シンポジウム「信頼性—情報通信システムの性能評価」以来、13 年ぶりのことである。

実行委員長の土肥正氏 (広島大学) は冒頭の挨拶で、信頼性理論は、機械、電気・電子、原子力、化学、建築、土木、情報といった工学全般に深く関連しており、確率モデルや数理統計学と関わりのある伝統的な信頼性理論の研究分野と、新しいテーマとの架け橋を提供することを目的にテーマを「信頼性—温故知新—」としたことを述べられた。以下に講演内容を紹介したい。

最初は岡村寛之氏 (広島大学) による「位相型確率分布の標準化とパラメータ推定の実際」と題する講演が行われた。一般化アーラン分布が直列構造、超指数分布が並列構造のマルコフ連鎖となることを例に挙げ、このようなマルコフ連鎖で記述される位相型分布が既存の確率分布を包括した分布であることが示された。位相型分布には同一の確率分布に対して複数の表現が存在する問題点があり、これを解決するために標準化が行われる。この標準形のひとつである Canonical Form 1 (CF 1) が他の標準形を含んでいることについてわかりやすく説明がなされた。また、位相型分布は多くのパラメータを含んでいるが、大域的な収束性をもつ EM アルゴリズムによって効率的に最尤推定値の算出が可能となる。さらに行列指数関数の計算に一樣化を取り入れた改良版 EM アルゴリズムにより計算コストを軽減できることが示された。特に CF 1 のパラメータ制約違反を回避するために導入された変換によって、同一の確率分布に対して唯一の表現が得られ、局所解に陥る確率を軽減していることは大変興味深い。

次は早川有氏 (早稲田大学) による「信頼性理論の研究におけるベイズ的アプローチと頻度論的アプローチの影響」という題目の講演であった。まず、ベイズ論と頻度論的手法を比較することによってデータをど



会場風景

の統計的手法で解析すべきかについて述べられた。特に、ベイズ論主義者は主観確率によって、頻度論主義者は相対頻度の極限によって確率を解釈することを説明された。次に共役事前分布、無情報事前分布、尤度関数、事後分布などの用語を用いてベイズ論的アプローチの枠組について説明があった。ここでは点推定における最尤推定法がベイズ論的アプローチの特別な場合、すなわち事前分布に一樣、事後分布に normalized likelihood function かつ最尤推定値に事後分布のモードを採用したベイズ論的アプローチであると述べられた。次にベイズ論的アプローチに基づいた統計的検定の手法について説明があり、少数のデータしか得ることができないような状況において、事前情報を用いたベイズ論的アプローチが有効であることが示された。最後に応用としてベイズ論的アプローチに基づいた仮説検定とノンパラメトリックなベイジアン仮説検定について語られた。

3 件目は「Consecutive- k システムとその周辺」と題して秋葉知昭氏 (山形県立産業技術短期大学校) が講演された。Consecutive- k -out-of- n : F システムとは、 n 個のコンポーネント (部品) が一列に配置され、 k 個以上のコンポーネントが連続して故障するとシステム故障となるシステムである。まず、2003 年 2 月のスペースシャトル「コロンビア号」の事故を例に挙げ、今日の大規模化・複雑化したシステムが Con-

secutive- k システムとしてとらえられることが述べられた。また、より多次元のシステムへの拡張と高速な信頼度計算が必要であることについて話された。液晶画面や無線通信システム、二次元シンボル認識システム (QR コード) などの長方形型の格子システムを 2次元の k -within- (r, s) -out-of- (m, n) : F システムで表現し、行カット法と呼ばれる高速な信頼度算出法が示された。行カット法とは m 行目の状態を列挙してより小さなシステムで条件付き信頼度を計算し、これを再帰的に実行することでシステム全体の信頼度を算出するものであり、全数列挙方と比べて非常に高速である。また、原子炉などの円筒型システムについては円カット法・放射カット法と呼ばれる方法が示された。これは極限定理を用いて信頼度を近似的に多項式オーダーで導出する手法である。さらに多次元システムへと拡張し、信頼度 (もしくはその近似値) を求める効率的な手法が示された。

休憩を挟んで 4 件目は豊泉洋氏 (早稲田大学) による「ネットワークのセキュリティ評価と新しい確率モデル: コンピュータウィルスの生態学」というテーマで、コンピュータウィルスのモデリング手法に対する解説とその評価が行われた。コンピュータウィルスからネットワークを防御するためにはコンピュータウィルスがネットワーク内でどのような挙動を示すのかわ知る必要がある。このためのコンピュータウィルスの生態学の必要性が語られた。コンピュータウィルスの歴史として、フロッピーディスクを媒介して感染を拡大する boot-sector virus や macro virus など若干懐かしい話から、最近のインターネット上で直接感染可能なコンピュータを自律的に探索するコンピュータウィルスについてまで説明された。次に疫学的数理モデルとして SIS (susceptible-infected-susceptible) モデルが示された。SIS モデルはネットワーク内の各コンピュータが感染可能 (susceptible) と感染 (infected) の 2つの状態をもつ微分方程式に基づいたモデルであり、この微分方程式の解がロジスティック曲線になる。よって感染レートと治癒レートの大きさによってウィルスの広がる様子が大きく変化する。さらに、一度コンピュータウィルスに感染し、治癒したコンピュータが免疫をもつと考えた SIR (susceptible-infected-recover) モデルの説明があった。SIR モデルにおいてコンピュータウィルスの繁殖を防ぐには、ネットワーク内のコンピュータをすべて防御する必要はなく、感染する恐れのあるコンピュータの台数がある

一定数以下に抑えれば十分であることが示された。コンピュータウィルス同士の覇権争いの事例や、悪いコンピュータウィルスを排除するための正義のコンピュータウィルスの可能性についても紹介された。最後にこれまで暗黙的に仮定された流体モデルに基づいた分析手法についての問題点が示され、Yule Process と呼ばれる出生死滅過程や確率微分方程式に基づいた拡散ダイナミクスによるモデル化によって実際のコンピュータウィルス感染拡大の様子をより高精度にシミュレート可能であることが示された。

最後は福本聡氏 (首都大学東京) により「安全・安心のための半導体設計・テスト技術」と題して、現在の半導体の信頼性を保証している設計・テスト技術について、さらに今後顕在化が懸念される半導体の信頼性低下要因、半導体のセキュアコンピューティングへのアプローチについて述べられた。まず、半導体の論理を正しく設計し、それを検証するための設計検証技術として、シミュレーションによる検証技術および形式的設計検証技術が説明された。次に半導体の製造上の欠陥を検出するためのテスト技術として、論理回路、メモリ回路に対するテスト原理について「チェッカーボード」と呼ばれるアルゴリズムとともに説明があった。また、半導体テストでは設定した故障モデルに対して 100%の検出率が原則であるが、厳しいテストコストの制約の中で高いテスト品質を実現するために不可欠となっているテスト容易化設計の考え方について言及された。典型的なテスト容易化設計の例として、スキャン設計と組込み自己テストが紹介された。前者は順序回路におけるテストの困難さを克服するために導入されたテスト技術であり、この関連研究として、3次元 bin packing 問題になる例が示された。後者はテストの機能をテスト対象であるチップ内部に組込むことで、高性能・高機能テストを導入するためのコストを削減できる。また、メモリテストにおける組込み自己テストとして広く実用化されている BIST 関連研究として、ランダムに生成されるテスト系列の良し悪しについて残存故障数分布を特定する例が挙げられた。最後に、宇宙線が原因であり今後の半導体の信頼性低下要因のひとつであるソフトエラーとその対策について、そして半導体の新たな役割であるセキュアコンピューティングへのアプローチについて述べられた。

5 件の講演では半導体からソフトウェアまで幅広い分野が網羅され、理論だけでなく実データ解析や多くの具体例が示されたことで大変興味深い講演であった。