

特集にあたって

土肥 正 (広島大学)

信頼性理論は、機械、電気・電子、原子力、化学、建築、土木といった工学全般に広く関連しており、あらゆる工学分野における境界領域を形成しているといっても決して過言ではない。また最近では、Web等を通じて提供される情報サービスの信頼性に対する関心が高まっており、目に見える機器やシステムだけでなく、サービスや情報そのものの定量的信頼性 (quantitative reliability) を評価する必要性が以前にも増して重要となっている。定量的信頼性の代表的な評価尺度として「信頼度 (reliability)」があり、これは与えられた条件下で規定の期間中に、システムやサービスが要求された機能を果たす確率として定義される。現在では、信頼性の概念はさらに広く拡張され、「ディペンダビリティ」や「セキュリティ」といった一般化された概念と融合することにより、信頼・安全・安心を最高価値とするより広範囲な技術体系の総称として認識されている。

よって、信頼性理論はオペレーションズ・リサーチの一分野と考えられている向きもあるが、これは明らかに間違いで、上述のような技術体系の中でオペレーションズ・リサーチの貢献できる分野について論じるべきなのだという認識の方が一般的なのだと思う。いうまでもなく、信頼性理論におけるオペレーションズ・リサーチの役割は、最適化とモデリングに関する基礎数理を提供することであり、特に、確率モデルや数理統計学と深い関わり合いをもつ。毎年開催されるオペレーションズ・リサーチ学会春・秋季研究発表会では、取替えモデルやソフトウェア信頼性などに関する発表件数がとび抜けて多いため、我国における信頼性研究の焦点にバイアスがかかっているという批判は免れないのかもしれない。一方、他学会で行われている研究発表や論文の内容をつぶさに調べてみれば、オペレーションズ・リサーチで主に取扱われている手法が (それも極めて直接的に) 応用されている事例に遭遇することは枚挙に暇がない。

平成 19 年 3 月 27 日に鳥取大学で開催された第 57

回シンポジウムでは、このような現状を鑑み、伝統的な信頼性理論の研究分野と新しいテーマとの懸け橋を模索することを目標とした。テーマを「信頼性—温故知新—」と設定し、現在活躍中である新進気鋭の 5 名の研究者の方々に各研究分野の動向と最新の研究成果についてご報告いただいた。信頼性理論が基盤技術としての地位を確立し、さらなる発展を遂げるためには、先端的な応用領域だけにスポットをあて続けるのではなく、古典的ではあるが着実に進展している理論的な研究成果にも注目する必要がある。このことは、オペレーションズ・リサーチで開発された手法を足がかりに、数多く存在している信頼性評価に関する実際の問題を解決するために有効に機能するものと考えられる。オペレーションズ・リサーチの奥義は理論と応用の絶妙なバランスを保つことであり、その意味において、シンポジウムで報告された講演内容は信頼性理論の基礎と実践的応用事例をバランスよく網羅しているといえる。

本特集号は、第 57 回シンポジウムでの講演内容に基づいて、新たに執筆をお願いした 5 編の解説論文によって構成されている。まず、岡村寛之氏 (広島大学) と筆者による「位相型確率分布の標準化とパラメータ推定の実際」では、離散事象を扱う確率モデルにおいて重要な役割を演じる位相型確率分布のパラメータ推定法について解説している。位相型確率分布の重要性については今更あえて強調する必要もないが、通常、位相型確率分布は数多くの自由パラメータを含んでいるため、実際のモデル化を行う場合にはパラメータの効率的な推定法が問題となる。ここでは EM (Expectation-Maximization) アルゴリズムを中心に、位相型確率分布の最尤推定法に関する最近の結果について報告する。Stefanka Chukova 氏 (Victoria University of Wellington, NZ) と早川有氏 (早稲田大学) による「信頼性理論の研究におけるベイズ的方法と頻度論的方法の影響」では、主に信頼性解析で用いられるベイズ推定のバリエーションについて概説い

ただいた。近年、学習理論やデータマイニングなどの領域において事前情報の活用に関する重要性が再認識されており、信頼性理論においてもベイズ的手法の応用について多くの研究成果が報告されている。著者らは、ベイズ的方法と頻度論的方法を対比しながら、信頼性解析におけるベイズ理論の役割について系統的かつ一般的な視点から論じている。

秋葉知昭氏（山形県立産業技術短期大学校）と山本久志氏（首都大学東京）による「Consecutive- k システムとその周辺」では、最近進展が著しいConsecutive- k システムの信頼性評価アルゴリズムを中心に解説していただいた。X線走査による病巣診断やディスプレイの画素障害を評価する際に、多次元格子状システムにおける信頼度計算は重要な役割を演じる。論文中では、紙面の都合上、計算量や信頼度算出アルゴリズムの詳細な結果については割愛されているが、consecutive- k -out-of- n システムなどの代表的なシステム・アーキテクチャに対する最近の研究成果についてわかりやすく報告していただいている。豊泉洋氏（早稲田大学）による「コンピュータウィルスの生態学」では、我々が日常的に出くわす頻度が多くなったコンピュータウィルスの拡散現象を、数理モデルを用いて記述するための考え方について紹介していただいた。また、最近、理論物理の分野においても興味を深まっているスケールフリーネットワーク上のコンピュータウィルスの挙動分析例についても簡単に解説していただいた。

福本聡氏、新井雅之氏、岩崎一彦氏（首都大学東京）による「安全・安心のための半導体設計・テスト技術」では、半導体設計・テスト技術に関する動向について解説していただいた。半導体が「産業の米」といわれるようになって久しいが、高信頼化部品の代表格でもある半導体製造において実践されている設計・

テスト技術について概説していただき、次世代の半導体製造技術において克服されるべき課題として、ソフトウェアの存在やセキュアコンピューティングへの取り組みについて論じていただいた。専門用語について若干の予備知識を必要とするかもしれないが、反面、数理愛好家でなくとも一気に読んでしまうことが可能であるよう配慮された内容である。

本特集号で取り扱っている話題は必ずしも網羅的であるというわけではないが、信頼性理論の真骨頂が、まさに基礎から応用に至る幅広い領域設定にあることだけのご理解いただけるのではないかと思う。他の興味ある研究テーマの紹介についてはまた別の機会に譲ることとし、信頼性理論の「温故知新」について、ひとりでも多くの読者に体現していただければ、本特集号のオーガナイザとしては存外の喜びである。なお、ここに掲載されている解説論文は、第57回シンポジウムで配布された予稿集に掲載されたオリジナル論文の短縮版となっている。もし、オリジナル論文をご覧になりたい方は、オペレーションズ・リサーチ学会事務局か、各論文著者まで直接お問合せいただきたい。

最後に、本特集号の企画から脱稿まで、数多くの方々にご協力いただいたので、この場を借りて感謝申し上げたい。まず、第57回シンポジウムのテーマとして、信頼性理論における研究動向の紹介を強くお勧めいただいた、平成19年度春季研究発表会 河合一実行委員長、山田茂実行副委員長に御礼申し上げます。また、シンポジウムの実行委員として、佐藤毅氏（鳥取大学）、林坂弘一郎氏（神戸学院大学）には縦横無尽にあらゆる点でご協力いただいた。さらに、本特集を企画するにあたり、中森眞理雄オペレーションズ・リサーチ誌編集委員長、三浦英俊編集委員には多くの有益な助言をいただいた。