



数と時間への挑戦

松岡 敏成*

Reducing Test Time and Sample Size but Getting Higher Reliability

Toshinari MATSUOKA*

Abstract– This document introduces Reliability Test Meeting of Reliability Engineering Association in Japan. I clarify a start process and the activity purpose of this meeting. And I explain the history of the activity of this meeting. The report made by this meeting informs it about an important item for a reliability test plan. Finally I show action program for the future of this meeting.

Keywords– REAJ, reliability, testing, qualification, quality, SQC, lifetime, QE

1. はじめに

日本信頼性学会の信頼性試験研究会 [1] は、同学会規定に従い発足された第二種の研究会である。2000年6月に発足に対する学会承認を得て、同年8月に第1回目の検討会を開催してから、6期(12年)の活動を継続している。第二種の研究会とは、共同研究を主目的とした活動であり、研究員には継続的な参加が求められている。

本研究会の特徴の一つとして、同学会内では唯一その活動拠点を大阪に置いていることが挙げられる。参加要件として必ずしも関西在住・在勤である必要はないが、関西における本学会活動の拠点となることを目指すほか、この地域での信頼性活動の活性化を推進することで社会に貢献したいという思いから、関西での研究会発足を実現させた経緯がある。定例の活動は、関西の技術交流の要所である、大阪中央電気倶楽部の一室を借りて、偶数月の第2週の金曜日に討議を重ねている。

この研究会は、真に技術論を展開する場であると共に、既に大学や企業を退官された技術者にも参加を求め、その豊富な経験に基づく指導をいただくなど、毎回の検討会では、各研究員の所属の壁を超えた活発な議論が交わされている。そしてその成果は研究報告として、本学会シンポジウムでの発表や、会誌へ記事を投稿する形でまとめ上げてきた。今日までの取組みの成果と今後の活動の方向性について、以下に紹介する。

*日本信頼性学会 信頼性試験研究会 東京都杉並区高円寺南 1-2-1

*Reliability Test Meeting of Reliability Engineering Association in Japan (REAJ), 1-2-1 Koenjiminami, Suginami-ku, Tokyo

Received: 12 July 2011, 11 August 2011

2. 研究会発足の経緯

本研究会が発足した頃には既に、半導体を中心とする電子製品の技術開発が著しく進み、日進月歩どころか秒進分歩と言われるほどに、次々と新製品が市場に投入されるようになっていた。そのような短期間での製品開発を必要とするとき、その阻害要因として、長い試験時間を必要とする信頼性試験が絶えず問題視されていた。開発工期全体に対して、信頼性試験に必要な時間が短縮されず、開発コストに対する信頼性コストの占める割合がさらに大きくなるほか、設計品質の改善に費やす時間が削減されてしまい、長い試験時間を費やすにも関わらず市場品質が向上しないという悪循環を生んでしまっていた。限られた時間の中で、もっと効率よく高い精度の信頼性の検証能力を実現することが必要になったのである [2]。この取組みに対するスローガンが、本文のタイトルにも掲げた「数と時間への挑戦」である。

試験時間が開発工期を圧迫する理由として、電子製品に期待される寿命の延長や、故障確率が非常に小さく(ゼロディフェクトという)市場で故障しない製品であることを強く求められるようになったことも挙げられる。それだけ、従来よりも試験時間を延長し、小さな故障確率を検証するための大量の試料数が必要になると考えられた。また、従来から使用されてきた機器において電子化される用途が増え、電子製品そのものの出荷台数の増加と、使用環境の多様化をもたらしている。従来以上に厳しい環境にさらされても故障なく使用できる、寿命の長い製品であることが求められている。さらに一方では、製品そのものはまだ故障していないのに、より高機能な

製品への買い替えが進んでしまい、新しい製品を開発する期間そのものを短縮せざるを得ない場面も増えている。携帯電話を代表する Information Communication Technology (ICT) 機器などはそのことを最も特徴付ける製品である。

このような背景から、電子製品の信頼性、取り分け電子機器に搭載される電子部品の信頼性を、より効率よく、高精度に検証する方法の提案が必要になってきた。ただし、電子部品メーカー単独でこの課題に取り組むのではなく、電子部品メーカーと電子機器メーカーの双方がこの状況を認識し、お互いが持つ情報の共有を図り、両者の話し合いの中からその解決策が見出されるものと期待された。こうして、本研究会が発足されるに至ったのである。

3. 問題の共有

電子部品メーカーと電子機器メーカーが情報を共有しあう事始として、お互いが所属する工業会の信頼性試験規格の摺り合わせを行うところから始めようとした。実際に内容を確認した規格は、電子部品関係の規格 [3] や自動車に搭載される電子機器関係の規格 [4] などであったが、確かに大きな違いが見られる試験項目もあれば、あまり差が見られない試験項目も存在した。このことは、その規格の試験条件が実際に機器を市場で使用する環境条件を網羅し、市場の要求品質を満足することができる信頼性の検証に結びついているのかという疑問を抱かせた。

結果として、各研究員が自社において実施している信頼性試験に対して、Table 1 のような疑問を浮かび上げさせた。実際に規格制定に関わって来られた方々には、取るに足らない疑問点かもしれないが、試験の目的や有効性を理解する以前に、規格の試験に合格させることを目的として、試験作業を繰返してきた者にとっては、共通の悩みではなかったかと考える。そこで研究会として、この疑問点に応える手法の確立が必要であると考えた。

4. 信頼性試験への Fuzzy 推論の適用検討

研究会発足当時、信頼性試験に Fuzzy 推論を適用することで、長時間の試験時間を要することなく、寿命予測に結びつけることができるのではないかという論文 [5] が話題になっていた。発表者は故 小山 健先生（元 徳島文理大学教授）であるが、半導体デバイスのロット信頼性試験において、ベテランエンジニアが出荷可否を判断している手順を、Fuzzy 推論を適用して標準化させることを狙った報告であった。そこで当研究会でも、Fuzzy 推論の理解から始めて、信頼性試験における Fuzzy 推論の有効性について検討を進めた。

Table 1: Questions about reliability test

電子部品メーカーの抱く疑問点
製品が実際に使用される時間を試験の加速係数で割ると、数 10 時間～数 100 時間にしかならないのに、本当に 1000 時間や 2000 時間の試験時間が必要だろうか。
耐用年数 10 数年の電子機器に平均故障寿命 数千年～数万年も予測される部品が本当に必要だろうか。
市場でこのような故障が実際に起きることはありえないのに、これほど過酷な試験を本当に実施する必要があるのだろうか。
自分たちが製造する電子部品は、実際のところどのような環境で使用されるのだろうか。
電子機器メーカーの抱く疑問点
部品の認定評価は合格しているのに、量産開始後もなく市場で故障が発生するのはなぜだろうか。
電子部品の搭載製品は多種多様に広がり、その使用環境も多様に変化しているのに、試験条件や試験時間に変化が見られず一様のままであるのはなぜだろうか。
市場品質に対して期待される故障率を算出すると 1.0[FIT]や 0.1[FIT]、さらにはそれ以下になることも考えられるのに、認定試験では故障数 0.92 個や 2.31 個と仮定して、数[FIT]や数 10[FIT]の試験結果で満足されている。本当にこの試験結果が示す故障率で十分なのだろうか。
民生用途の電子部品では 22 個、車載用途の電子部品では 77 個 × 3 ロット = 231 個と言われることが多くなったが、この試料数はどういう意味を持つのだろうか。
試験時間が（実使用時間×試験の加速係数）という、実使用時間に等しい時間で設定されたり、実使用が 10 年 だから試験時間は 15 年 や 20 年 に適合させれば十分だろうと言われることが多いが、本当にその試験時間で十分なのだろうか。

まず、研究員の橋本 武先生（神戸商船大学名誉教授）をお願いして、参考図書 [6] を使って解説を行っていた。ただ講義から始めた。また、小山先生ご自身に研究会へ足を運んでいただき、Fuzzy の考え方や信頼性試験への応用手順について、直接の指導をいただいた。小山先生には、その後も継続して技術指導をいただくことができた。このような活動を続けている時に、品質管理に初めて Fuzzy を適用された、村田 忠先生が福岡工業大学教授を退官されて関西に戻って来られると伺い、すぐに当研究会への参加をお願いした。村田先生には Fuzzy を

適用するノウハウなど細かな部分まで指導していただいている。さらに、この活動を継続していた2002年から、Fuzzyに長けておられる明治大学教授の向殿政男先生が、本学会長を務めて下さることになり、本学会関西支部の協力を得て、向殿先生にもFuzzyについてご講演いただいている。企業単独では得られにくい技術指導を、各分野の第一人者の方から直接指導いただけるところは、学会の研究会活動に参加する大きな魅力の一つである。

信頼性試験データに対してFuzzy推論を適用し、寿命を予測する手順について、2003年3月の関西支部講演会と同年5月の本学会研究発表会で報告している[7]。その際のまとめとして、当初の研究目的であった信頼性試験へのFuzzy適用の有用性と注意点について、以下のようによまとめることができた。

- (1) エキスパートの知識など経験情報の存在が前提となり、推論の範囲は経験情報の範囲内(内挿)に限られる。
- (2) メカニズムの明確な故障に対しては、少ない試験データ(初期データ)からの寿命予測として適用できる。
- (3) 回帰曲線が得られる(寿命分布のモデル化ができる)など他の手法が適用できる場合にFuzzy推論を適用すると、かえって煩雑になることもある。
- (4) 定性的な解析情報(官能評価結果)などもFuzzy化することで寿命推定に加味することができる。
- (5) 推定結果に一致しない新たなデータが得られた場合はもとの経験情報にそれを反映させ、推論ルールの修正作業を繰り返すことで精度を高めていくことが大切である。
- (6) 新規開発品など不測の故障発生が懸念される場合でも、同じ手順の開発作業を繰り返す中での故障発生に関する経験情報があれば、故障モードにとらわれずに故障発生頻度を推定できる場合がある。

試験データからの分布のモデル化においては、確率紙などのグラフ用紙で、直線的なプロットを得るように目盛りのとり方を工夫すれば、モデルとして適用できる関数式を導き出し易くなる。しかし、なかなか直線的なプロットを得ることができないような場合に、経験に基く曲線のままの推論ルールを、Fuzzyを適用して導き出すことができる。もし直線的なプロットが得られ、他の関数でモデル化ができれば、Fuzzyを無理に適用する必要はない。そのようなモデルが定まるまでの間において、経験的な予測を数式で支援してくれるツールとしてFuzzyを適用すればよいと考えられる。

5. 用途別部品認定

(電子部品の信頼性試験ガイドライン)

様々な機器が電子化され、搭載されている電子部品の用途も多様化したことで、その信頼性についても、用途や期待される寿命の違いに合わせた区別が求められるようになってきた。必要以上のコストを信頼性にかけることを避ける動きも背景にある。

目標とする信頼性が細かく区別されれば、その検証試験条件も、試験の対象となる製品や部品ごとに区別される必要が生じる。さらに電子部品では、構造が微細かつ複雑化したことで、外部から受ける同じ強度のストレスに対する寿命への影響の仕方(故障メカニズムとその加速モデル)が変化し、同じ条件の試験を行っても、同じ信頼性を検証したことにはならない場合が増えてきた。

以上のことから信頼性規格も、従来のように試験条件で統一するのではなく、目標とする耐用寿命や市場で許容される故障確率に合わせて、試験条件を調整する手順を標準化する必要があると考えられた。その手順を、事例を交えながら研究報告としてまとめ、2009年3月に信頼性学会から“電子部品の信頼性試験ガイドライン”として発行している[8]。このガイドライン作成には、Joint Electron Device Engineering Council (JEDEC) から2004年1月に発行された、Standard No.94の“Application Specific Qualification Using Knowledge Based Test Methodology”[9]や、Japan Electronics and Information Technology Industries Association (JEITA) が2000年5月に制定し2007年3月に改訂している、EIAJ EDR-4704A“半導体デバイスの加速寿命試験運用ガイドライン”[10]も参考にしている。

用途別認定においては、電子部品メーカーと電子機器メーカーが、目標とする信頼性とそれを検証するために必要になる試験条件について、その条件の調整手順も含めて、共有することが最も重要になる。共有すべき情報の一例をまとめたものがTable 2である。

5.1 信頼性の検証目標

信頼性試験を計画するに当たって最初に必要になることは、市場の目標品質を達成するために必要な、信頼性の目標を明確にすることにある。

システムのような、故障しても修理して使用を継続する修理系製品の市場における使用期間は、偶発故障期間の範囲内となる。偶発故障期間とは、様々な構成要素において顕在化する故障データ全てを対象としてその故障間隔を調べた場合、累積の動作時間に依存せずにランダムな故障間隔を示していると判断される期間を意味する。このため信頼性目標は、この期間内の平均故障率 AVeraged Failure Rate (AVFR) や平均故障間動作時間 Mean operating Time Between Failure (MTBF) を指標に

Table 2: Reliability data for qualification

電子機器メーカーからの提供情報の例	
機器の動作条件	
市場の使用環境情報	
目標とする耐用寿命とその時の累積故障確率	
目標品質(狭義の品質で、耐用寿命を迎えるまでに市場で発生する初期故障の故障確率の許容範囲)	
電子部品メーカーからの提供情報の例	
懸念される故障とそのメカニズム	
故障メカニズムごとの加速モデル	
加速モデルに適用される実験定数	
寿命分布形状(摩耗故障, 初期故障)	

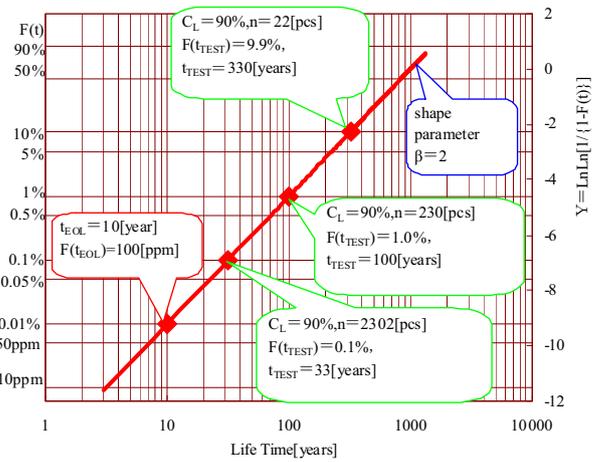


Fig. 1: Test time and sample size of life time

設定されることが多い。

一方、故障すれば修理されることなく新品製品に交換されるような非修理系製品の場合、初期故障が十分に収束して、瞬間故障率が極めて0に近い状態を維持している領域が市場の使用期間となる必要がある。そこで、この使用期間の長さを表す耐用寿命 t_{EOL} の長さ、その期間中の故障の発生確率 Early Life Failure Rate (EFR) で信頼性の目標を設定する方が、信頼性の検証計画を立てやすくする。すなわち、信頼性の検証目標を、以下のように設定すればよい。

- (1) 耐用寿命 t_{EOL} の範囲において、摩耗故障が顕在化しないこと。
- (2) 耐用寿命の範囲において発生する初期故障の故障確率 EFR が、目標品質を満足するような小さな故障確率を維持していること。

5.2 摩耗故障の寿命分布の検証

従来から行われてきた部品の認定評価のための、小サイズのサンプルを使った長時間の加速寿命試験は、(1)の摩耗故障が市場で顕在化しないことの検証を行うための試験であった。市場品質に影響を与える(2)の初期故障の寿命分布の検証能力は備えていない。試験時間を t_{TEST} として、試料数 n 個で故障 0 個の試験結果が得られたときに予測される母集団の故障確率 $F(t_{TEST})$ は、Eq. (1) で一義的に定まる。式中の C_L は、試験結果から推定した故障確率 $F(t_{TEST})$ の正しさを期待する信頼水準 Confidential level である。

$$F(t_{TEST}) = 1 - (1 - C_L)^{1/n} \quad (1)$$

限られた試料数で検証できる故障確率 $F(t_{TEST})$ は、耐用寿命において期待される市場の故障確率 $F(t_{EOL})$ よりも、かなり大きな値になる。このため、耐用寿命 t_{EOL}

において許容される故障確率 $F(t_{EOL})$ から、 $F(t_{TEST})$ まで故障が累積する動作時間を含めて、試験時間 t_{TEST} を設定する必要がある。Fig. 1 は、目標とする耐用寿命に必要な試験時間を、試料数 n を変えて示したものである。ただし、摩耗故障の寿命分布として、形状パラメータ $\beta = 2$ のワイブル分布に従うことを想定している。

Fig. 1 では、10年、100[ppm]を耐用寿命における目標故障確率 $F(t_{EOL})$ として、その後摩耗故障が顕在化したと想定し、各試料数で定まる累積故障確率 $F(t_{TEST})$ に達するまでの動作時間を含めた試験時間 t_{TEST} を、実動作年数に換算して表している。実際の試験時間はこの期間中の累積動作時間を加速係数で割って算出される。時折、10年を検証するための試験時間として、15年か20年に設定する事例を見ることがあるが、限られた数の試料を使った試験においては、検証精度が不足することが伺える。

実際の試験として、1000[hrs]や2000[hrs]の試験がよく適用されるが、それだけの長い試験時間でも、加速係数を考慮すれば、実動作の10数年から数10年にしか相当しない場合が多くなっている。このような場合に、試料数に対して故障数を計数して可否を判断する計数抜取試験を行っていても、必要となる試験時間 t_{TEST} が実現困難な長い時間になってしまう。そこで、計数抜取試験に変えて計量抜取試験を計画する必要がでてきている。計量抜取試験とは、故障判定に適用される品質特性について、抜取試料における分布状態から母集団における分布状態を推定して、故障判定規格に対する不適合率を算出する試験手順である。得られた規格不適合率が、該当する試験時間における累積故障確率を表している。耐用寿命に相当する試験時間を迎えるまでに、摩耗故障と判断されるような累積故障確率が著しく増加する傾向がないことを確認すればよい。この試験方法であれば、耐用寿命に相当する試験時間の範囲において摩耗故障が顕在化しないことの検証を実現することができる。Fig. 1

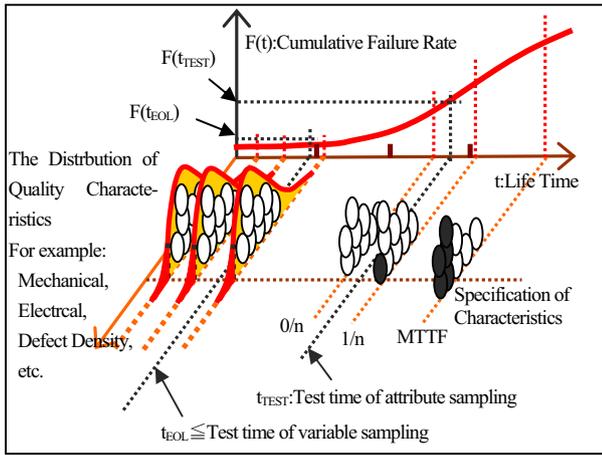


Fig. 2: Test time of the variable sampling reliability test

の事例のように 10 年の耐用寿命を検証するのであれば、実動作 10 年相当の試験時間を確保すればよい。Fig. 2 は、計数抜取試験の試験時間と計量抜取試験の試験時間を比較したものである。

よく信頼性の評価指標として、平均故障寿命 Mean Time To Failure (MTTF) が適用されることがある。MTTF は寿命の平均値であるので、寿命分布の形状にも依存するが、全体の数 10%の故障が発生するまでの動作時間であることを意味している。このため、MTTF が目標とする耐用寿命を満足するように機器の設計を行うと、耐用寿命を迎えるまでに摩耗故障が顕在化し大量の故障を発生させ、非常に大きな品質問題を招くことになる。MTTF は、それを調べた試料の信頼性を、他の試料の信頼性と相対比較するための指標の一つであると考えた方がよい。

5.3 初期故障の寿命分布の検証

実際の市場品質に影響を与えるのは、初期故障の寿命分布となる。目標品質を達成できるような、小さな故障確率を検証しなければいけない。JEDEC Standard No.74 の“Early Life Failure Rate Calculation Procedure for Electronic Components”[11] や、Automotive Electronics Council (AEC) - Q100-008 - Rev-A “Early Life Failure Rate”[12] など、初期故障率 EFR の検証試験条件に関する公的な規格も制定されている。しかし、これらの規格で規定されている EFR の検証手順では、計数抜取試験で検証できる故障確率に対する仮定に問題があり、実際の故障確率よりも小さな故障確率を推定してしまうことがある。その結果、故障確率の高い部品を認定合格と判断してしまう危険性を残している。

電子部品の信頼性試験ガイドでは、EDR-4704A を参考に、初期故障が最も多く顕在化する電子部品メーカーの工程の検査実績データを累積ハザード解析して、市場の故障確率を推定する手順を解説している。検査工程や

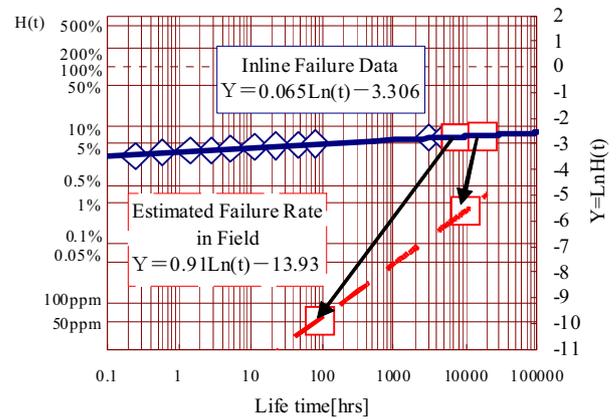


Fig. 3: Estimated EFR in field

エージング工程で受けるストレスを実使用条件に換算し、その次の検査工程で検出される検査不適合率をその動作時間におけるハザード値として、初期故障の寿命分布を調べている (Fig. 3 の \diamond のプロット)。その調べた結果から得られる寿命分布 (Fig. 3 の実線の近似線) の動作時間を、市場の動作時間を足し合わせた時間まで延長して市場における累積ハザード (Fig. 3 の実線の近似線に従う \square のプロット) を推定する。出荷検査までの累積ハザード (動作時間が最も長い \diamond の打点) と推定した市場の累積ハザードの差が、市場の動作時間に対する故障確率として得られる (Fig. 3 の破線の近似線で示される \square のプロット)。

6. 品質工学の適用

電子部品の信頼性試験ガイドラインにより、目標品質の達成に必要な信頼性を検証する、信頼性試験条件の最適化手順をまとめることができた。しかし、調整される試験条件は、従来からの規格の試験条件以上に、多くの試料数や長い試験時間を必要とする場合があることも明確になり、設計段階で作り込まれる信頼性を限られた開発工期の中で検証する試験としては、実現がさらに困難な試験条件となることも明確になった。改めて、故障の未然防止のためにも、設計段階で作り込まれる信頼性を効率よく検証する手法が必要であると考えられた。

ちょうどその頃に、当時株式会社リコーへ勤務されていた長谷部光雄先生による品質工学に関する講演を聴講する機会が得られた。試験時間も短く、試料数も 1 個でよいなどという品質工学の考え方を、その場では理解することができなかった。従来からの信頼性試験を否定するかのようにも感じられたので、理解することを拒めたとところもあった。しかし、品質工学を適用した品質の改善事例が多く発表されるようになり、なぜそのような効果が得られたのかということに関心が高まり、研究会の 2009 年度研究テーマとして、その有効性について信

頼性技術者の立場から検討を進めた[13]。長谷部先生にも研究会へご参加いただいたり、関西支部行事としてご講演いただいたりするなど、多くのご指導をいただき、今なお交流を継続していただいている。

実際にはもっと広い技術分野であろうが、当研究会が理解にいたった品質工学の適用効果や特徴について、2009年11月の本学会秋季シンポジウムで発表している。以下にその要点をまとめる。

- (1) 目標とする耐用寿命や故障確率を推定する機能は持たない。そのような試験結果を期待していない。
- (2) 様々な設計条件により準備された試料(試料数は各1個でよい)を使って、動作の余裕度が大きく、機能性が高いこと(外部からストレスを加えても機能が安定していること)を、各試料間で相対比較を行う。
- (3) 最も機能性が高かった設計条件を量産適用して、信頼性が最も高くなる設計を実現している。
- (4) 機能の安定性を比較できればよいので、ストレスを印加する累積時間は、従来の信頼性試験時間よりもかなり短縮することができる。
- (5) 一つの設計条件に対する試験時間を短縮できるので、設計の改善のための時間を確保することができる。
- (6) 外部ストレスとして極端な条件を与えることで、市場出荷前の実験段階で、想定外の故障を体験でき、市場の故障問題の未然防止につなげることができる。
- (7) 機能性評価は、故障問題に対する発生対策効果の検証手段と捉えることができる。従来からある信頼性試験は、検査などの故障の流出対策効果を検証する手段と捉えることができる。
- (8) 材料製品など、製造段階で十分な品質が確保され、無検出出荷できるものに対して、効率の良い信頼性検証を実現できる。
- (9) 電子部品のような、製造直後から機能を果たさないものが多く作り込まれてしまい、検査により寿命の短いものを取り除いて出荷する製品では、検査が寿命の短いものを検出する能力を見極めるためにも、従来からの信頼性試験や、工程の検査実績の解析は継続して実施することが必要になる。
- (10) 設計部門は、品質工学を適用して、品質・信頼性を最善にする設計条件の抽出を目指せばよい。
- (11) 品質管理部門は、従来の信頼性試験結果や工程の検査実績の解析結果を基にして、許容される故障確率

を超えるような市場故障を発生させる可能性があるロットを出荷しないように、工程の統計的な品質管理を実現し、工程状態の是正に結びつける必要がある。

- (12) 現在話題になっている Highly Accerlated Life Test (HALT)[14]は、寿命試験ではないが、機能性評価を実現する手法の一つとして有効な手段である。

7. 今後の研究課題(予兆現象に基づく故障判定)

品質工学に対する理解として、まだ不十分な点は多々残っているかと思うが、課題となっていた設計段階における作り込み信頼性を評価する方法として、品質工学が適用する機能性評価は、非常に効率がよく有効な手段であることが明確になった。特に、故障問題の発生対策効果を見極め、市場の故障問題を、未然に防止することには期待が大きい。さらに、品質工学を知ること、従来からある信頼性試験や製造工程の信頼性データの解析に対して、本来の目的や結果の活かし方についても理解を深めることができた[15]。その上で、従来からの信頼性試験を効率よく実現する手法や、市場へ故障を流出させない手法の検討が、次なる課題として浮かび上がる。

今まで電子部品を対象に検討を進めてきたが、あくまで信頼性を検証する手法の説明材料として適用したもので、電子部品以外にも非修理系製品であれば、ここまでの解説は同様に適用できる場面が多いと考えている。しかし、これらの部品や機器が故障することに対して、材料レベルにまで分解して考えれば、もっと早い段階で故障の兆候が現れているのではないかと考えられる。その兆候を捉えることで、部品や機器のレベルではまだ故障にいたっていない段階で、故障にいたるまでの残りの動作時間(余寿命)を推定し、早い段階で信頼性の見極めを実現できるのではないかと考えられた。そこで2010年度からは、予兆現象を捉えた故障判定について、検討を継続している。ただしこのテーマにおいても、事例として紹介する分野のデータの収集よりも、収集されたデータの整理や解析手順の提案に主眼を置いている。特に未然防止[16]につながる情報データベースの構築を目指すことから、そのような信頼性データの解析にも長けておられる、電気通信大学大学院教授の鈴木和幸先生に、関西支部行事としてご講演をいただいた。その際に、データを整理するためのテンプレートも示していただき、現在そのテンプレートを適用して、実際の情報の整理に取り組んでいる。

ところで各種の検査は、単に今の時点で故障しているか否かを識別するだけではなく、目標とする寿命を満足することなく故障にいたる、寿命の短いものを事前に検

出することを目的として考えれば、故障の予兆現象を捉えた寿命評価を実現する手法の一つと考えることができる。このときの検査で適合判定されたものには、目標とする寿命を満足する真性の寿命分布のものと、検査に抜けがあり流出した非真性の寿命分布のものが含まれている。前者が摩耗故障の寿命分布を形成し、後者が初期故障の寿命分布を形成する。このように考えれば、検査にも信頼性を作り込む機能が備わっていると言うことができる。ただしこのときに、故障判定規格よりも許容される特性範囲を絞り込んだ、検査規格の設定が重要になることが想像できる。以上のことから、予兆現象に基づく故障判定の一手法として、検査規格の最適化の手順についても、今後検討を進めていきたい。

謝辞: 本文中にも紹介しましたが、本研究会活動に対して各技術分野の第一人者の方々から、たくさんのご指導をいただきましたことに、心よりお礼申し上げます。また、本文では紹介できませんでしたが、兵庫県立大学大学院教授の貝瀬徹先生には、寿命分布のモデル化やその最適モデルの選択手順について、ご講義ならびに解説資料 [17] をご提供いただくなど、継続してご支援いただいています。深く感謝いたします。さらに、2010 年度には故障物性研究会の方々との共同研究会も開催でき、故障解析の経験に基づく故障の予兆現象に関する情報共有にもご協力いただいています。ありがとうございました。最後に、今回当研究会活動を紹介する機会を設定してくださいました、本会誌の編集を担当されておられます皆様にも、重ねてお礼申し上げます。ありがとうございました。

参考文献

- [1] 日本信頼性学会 (略称 REAJ) 信頼性試験研究会: <http://reaj.i-juse.co.jp/study/index.html>
- [2] 三橋順一: 半導体の合理的・効率的な加速寿命試験の考え方, REAJ 会誌「信頼性」, Vol.22, No.3, pp. 188-196, 2000.

- [3] 日本電子情報技術産業協会 (略称 JEITA), ED-4701: 半導体デバイスの環境および耐久試験方法, 2001.
- [4] 自動車技術会 (略称 JASO), D001-94: 自動車用電子機器の環境試験方法通則, 2010 廃止.
- [5] 小山健, 宮本和俊: ファジイ推論による寿命予測, 日本ファジイ学会誌, Vol.9, No.2, pp. 287-296, 1997.
- [6] 向殿政男: ファジイのはなし, 日刊工業新聞社, 1989.
- [7] 信頼性試験研究会: Fuzzy 推論の寿命推定への適用検討, REAJ 会誌「信頼性」, Vol.25, No.3, pp. 297-298, 2003.
- [8] 信頼性試験研究会研究報告: 電子部品の信頼性試験ガイドライン, 日本信頼性学会, 2009.
- [9] JEDEC Standard No.94: "Application Specific Qualification Using Knowledge Based Test Methodology," 2004.
- [10] JEITA EIAJ EDR-4704A: 半導体デバイスの加速寿命試験運用ガイドライン, 2000.
- [11] JEDEC Standard No.74: "Early Life Failure Rate Calculation Procedure for Electronic Components," 2000.
- [12] AEC Q100-008 - Rev-A: "Early Life Failure Rate," 2003.
- [13] 長谷部光雄: 技術にも品質がある, 日本規格協会, 2006.
- [14] 東陽テクニカ: HALT/HASS 試験システム, <http://www.toyo.co.jp/halt/>
- [15] 松岡敏成: 目標品質達成のための初期故障率管理, REAJ 会誌「信頼性」, Vol.32, No.7, pp. 460-467, 2010.
- [16] 鈴木和幸: 未然防止の原理とそのシステム, 日科技連, 2004.
- [17] 貝瀬徹: 計算統計学に基づく信頼性データの解析, REAJ 会誌「信頼性」, Vol.31, No.8, pp. 572-579, 2009.

松岡 敏成



1962 年 5 月 19 日生。85 年島根大学理学部物理学科卒業。同年三菱電機コントロールソフトウェア(株)入社, 2010 年三菱電機(株)姫路製作所出向, 現在に至る。09 年第 39 回信頼性・保全性シンポジウム推奨論文賞受賞。09 年度日本信頼性学会優秀記事コラム受賞。日本信頼性学会信頼性試験研究会主査。