JIS Z 8115 ディペンダビリティ（信頼性）用語の現状と将来

Present and Future of Standardization of JIS Z 8115 Dependability Terms

益田昭彦 Akihiko MASUDA

アブストラクト JIS Z 8115 ディペンダビリティ（信頼性）用語は2000年に大改正されてから15年以上を経過しており、現状に合わない用語や表現が見られるようになってきた。このため、日本規格協会では委員会を設置して信頼性用語の改正案の検討を進めてきている。2015年に国際規格IEC 60050-192 Ed.1 Dependabilityが制定されたため、委員会では国際整合化のために内容を一致させる作業を進めている。本稿ではこれまでの検討結果から、代表的な信頼性用語の概要を紹介し、また信頼性用語を通して信頼性の新しい分野、サービスの信頼性について紹介する。

キーワード ディペンダビリティ、信頼性、用語、JIS、IEC、サービス信頼性

Abstract More than 15 years have passed since the large revision of the JIS Z 8115 Dependability (reliability) term in 2000. Some terms and expressions in it have been found to no longer be suitable to the current state of the industry. For this reason, the committee, which was established by the Japanese Standards Association, has studied the amendment of reliability terms. Since the international standard IEC60050-192 Ed.1 Dependability was issued in 2015, the committee has been working on reviewing the order to match the content. In this paper, we introduce the outline of typical reliability terms, and also explain new areas of reliability, such as service reliability, using reliability terms.

Key words Reliability, Dependability, Terms, JIS, IEC, Service reliability

1. はじめに

信頼性用語の日本工業規格JIS Z 8115は2000年に大改正されて以来、既に16年が経過している。歳月を重ねるとともに、用語の使い勝手に関わる不都合が見られるようになったため、日本規格協会では2009年に規格の改正に着手した。

一方、JIS用語が整合を図ってきたIEV (International Electrotechnical Vocabulary：国際電気用語)の信頼性用語もまた、1990年にIEC 60050-191 第1版⁽¹⁾として発行されて以来、年月とともにJISと同様の問題が生じて、見直しが進められていた。けれども、各国からの多様な意見が殺到してコンセンサスを得るのに苦慮していたのである。そのため、JIS用語の改正もIEV改正の進行状況を見守る形で停滞せざるを得なかった。

2015年2月、紆余曲折の末にIEC 60050-192 第1版 Dependability⁽²⁾として衣替えされ、ようやくIEVが制定された。この結果、JIS用語の改正にも拍車がかかり、現在、新しいIEVとの整合作業に入っている。この状況は改正案の進

捗状況に合わせて、本会の信頼性研究会で報告を重ねてきた(3)～(6)。

本稿では、信頼性用語の標準化の変遷を振り返り、現在検討中のJIS改正案の概要と主要な信頼性用語の原案について紹介する。更に、今後発展を期待するサービス信頼性に関する用語を比較して紹介し、この分野に関心のある研究者・専門家に供した。

2. JIS 信頼性用語制定の沿革

国内における信頼性用語^(注1)の標準化は、1963年に初めてJIS Z 8101品質管理用語規格の巻末に付録2として21語が取り上げられたことを嚆矢とする。その後、1970年にJIS Z 8115として独立して62語が掲載された。更に、1981年の改正で182語に増加した。

JISにおける信頼性用語の採用はIEC (International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議)の動向に深く関わっている。TC56 Dependability (ディペンダビリティ) 専門委員会ではWG1 (作業グループ1) が信頼性用語の標準化を担当している。

1969年にWG1において信頼性用語の予備リストがまとめられ、1974年にはIEC Pub. 271が発行された。1981年の改正

(注1)：本稿では広義の信頼性の意味で用いる。

益田昭彦 正員 信頼性七つ道具 (R7) 実践工房
E-mail maspro@denbe.biglobe.ne.jp
Akihiko MASUDA, Member (Reliability Seven Tools (R7) Practice Studio, Ebina-shi, 243-0418 Japan).
電子情報通信学会 基礎・境界サイエティ
Fundamentals Review Vol.9 No.4 pp.318-329 2016年4月
©電子情報通信学会 2016

ではIEC Pub. 271が参考にされた。

IECでは、専門用語の標準化はTC1 Terminology (用語) 専門委員会が主管し、IEC 60050シリーズ全体の用語規格を担当する。信頼性用語については、まずTC56のWG1が原案の作成を担当し、まとまった時点でTC56からTC1に引き渡され、そこでの審議を経て規格として発行される。

かくして、1990年にIEC 60050-191 International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191: Dependability and quality of service (ディペンダビリティ及びサービスの品質) Ed.1 [以下IEV 191 と略す] が刊行された。その後、1999年にAmendment 1 (修正1) が、2002年にAmendment 2 (修正2) が発行された。

このために、1981年版のJIS信頼性用語は1990年版のIEC 60050-191との不整合が生じた。加えて、ガット協定の国際貿易の障壁をなくして、貿易の自由化を進める国の政策によって、“規制緩和推進計画(平成7年3月)”が立てられ、信頼性分野の国際整合化も強く要請された。こうした経緯で、本会が事務局となり、1996年から信頼性規格整合化推進委員会(委員長：塩見弘)が発足した。JIS信頼性用語の改正はその傘下の信頼性用語原案作成委員会(委員長：当麻喜弘)によって進められた。その成果は2000年に発行されたJIS Z 8115 ディペンダビリティ (信頼性) 用語として結実した。これが現行のJIS信頼性用語規格である。ここに採用された信頼性用語は、IEC 60050-191:1990のPart 1: Dependability: common terms. Sections 01 to 18 (第1部: ディペンダビリティ: 共通用語. 分類01 ~ 18) に対応する用語をベースにして、コンピュータ関連の高信頼性化技術の用語が追加され、一挙に421語に増加した。この中では、IEVにはない二つの分類、システム(30語)及びソフトウェア(6語)も追加された。更に安全関連のJIS独自の用語も加えられた。この改正で、信頼性(reliability)の上位概念の用語としてディペンダビリティ(dependability)が採用されたことは特記に値する。規格名は従来の信頼性用語規格の延長であることを明確にし、「ディペンダビリティ(信頼性)用語」となった。

3. IECにおける信頼性用語改正の動き

IECのTC56は2005年にIEC 60050-191の第2版への改正を開始した。担当のWG1は、用語のスリム化と汎用化を目指し原案作成に着手した。10年先を見据えて、ディペンダビリティの定義を拡大し、かつ製品からサービスまでの幅広い適用を目指してまとめられたCD(委員会原案)では、用語の編成及び定義の大幅な変更がなされていた。この原案に対し、TC56の参加国(Pメンバー)から多数の意見が殺到し、WG1ではその対応策に多大な時間を要することになった。かくしてTC56で取りまとめた最終原案がTC1へ渡されるまでにはまだ紆余曲折があったが、ようやく2011年2月にTC1からCDV(国際規格原案)が発行されるに至った。これは60050-191の第2版としてTC56の原案をほぼ踏襲したものであった。しかし、2014年4月のFDIS(最終国際規格案)では更に大きな変更がなされていた。すなわち、Quality of Service関連の用語が全

て削除され、Dependability関連の用語に絞られた。規格は新しく分類番号がとられ、IEC 60050-192 第1版としてまとめられた。参加国の投票結果は2014年6月27日付けで回付されたが、賛成多数で承認されたのである(我が国も賛成)。

2015年2月26日、国際規格IEC 60050-192:2015 International Electrotechnical Vocabulary. Part 192: Dependability (ディペンダビリティ) Ed.1 [以下IEV 192 と略す] が刊行された。

4. JIS Z 8115の改正の動き

一方、JIS Z 8115の信頼性用語規格は不易の部分を残しながら、流行も取り入れる形で、平均して13年間隔で改正されてきた。前述のように、現行のJIS Z 8115:2000 ディペンダビリティ (信頼性) 用語⁽³⁾ [以下現行JISと略す] については、成立過程でIEV 191との完全な一致に重きが置かれたため、国内の慣用との差異が一部存在した。その結果、産業界にほとんど浸透されない用語が残されることになった。

そこで、信頼性専門委員会(IEC TC56の国内委員会)の事務局である日本規格協会[委員会事務局は本会から日本規格協会へ移管]は、2009年にJIS信頼性用語の改正検討準備会を発足した。そこでの基本構想を基にして、2010年4月から「JIS Z 8115改正委員会」(委員長：益田昭彦、副委員長：西干機、幹事：後藤博之、川島 興)が正式に発足した。

改正の方針は、第1に国際整合性を重視してIEV 191改正案との整合を図ること、第2に現行JISの登録用語について産業界での利用の実状と比べて、改めて用語の採否及び採用した用語の定義のレビューを行うこと、第3に技術の進歩や産業環境の変化によって必要性の生じた用語を新規に厳選して採用することとした。改正にあたっては、CS(顧客満足)の視点に立って、信頼性を専門としない一般の技術者に理解され、“使われる”信頼性用語集を目指すこととした。

この委員会活動により、2012年度にはIEC 60050-191第2版のCDVと整合を図ったJIS用語改正規格案が、2013年度にはその規格案の解説案がまとめられた。2014年4月末に前述のIEC 60050-192第1版のFDISが発行されたのを機に、JIS改正案はこのFDISとの整合化を最優先にして見直すこととした。更に、2015年2月にIEC 60050-192第1版が発行され、JIS改正案の原案調整に拍車を掛けるため、幹事団の強化を図った(幹事：原田文明を追加)。2015年度は幹事会を中心としてIEV 192とJIS改正案の整合化と体裁の統一を図ってきた。

更に、この改正案ではIEV 192に含まれていないJIS独自の用語も追加し、2015年8月現在で526語が採用される見通しである。採用された用語数は規格の改正ごとに増加し続けている。今回の改正案では最小限の増加にとどめる努力中である。採用語数の変遷の様子を図1に示す。図に示すように、予想される語数の増加に対して矢印で示すように伸びの鈍化を図っている。

図1 JIS信頼性用語採用数の推移 この図はJIS Z 8115改正ごとに採択された信頼性用語の数を表したもので、現在の改正案は矢印に示すように厳しく検討して526語に収めている。

5. JIS信頼性用語改正案の骨子

5.1 改正案の概要

今回のJIS信頼性用語の改正案は、現行JIS用語との継承性を保ちつつ、IEV 192との国際整合化を中心に置くものである。規格名は「ディペンダビリティ（総合信頼性）用語」となる予定である。改正案の目次(案)を表1に示しておく。「4.用語及び定義」が規格の核となる用語集の部分であり、現行JISと同様に表形式にまとめる。詳細は5.2で述べるが、今回の改正では用語の編成が現行JISから大幅に変更された。その変更の溝を埋めるために、附属書(JA～JH)において指針を示し、利用者の便宜を図っている。例えば、利用頻度が高いと予想される、ソフトウェア用語、機能安全用語及びFMEA/FTA/ETA用語については、附属書として用語対比表を付ける。これは改正案とIEV 192の用語分類を一致させたことの弱点で、これらの関連用語が複数の分類に分散されるために便宜を図ったものである。更に、本規格について理解が深まるように、解説において、審議過程で議論が分かれたり、

表1 JIS Z 8115 ディペンダビリティ（信頼性）用語改正案の構成

【本文】	
序文	
1. 適用範囲	
2. 引用規格	
3. 分類	
4. 用語及び定義	
5. 参考文献	
6. 用語索引	
附属書 JA (参考) 動作と保全の時間関係	
附属書 JB (参考) 形容詞用語の一覧と使い方	
附属書 JC (参考) ソフトウェアに関する用語対比表	
附属書 JD (参考) 機能安全に関する用語対比表	
附属書 JE (参考) FMEA/FTA 及び ETA に関する用語対比表	
附属書 JF (参考) 環境と信頼性の関係	
附属書 JG (参考) JIS と IEC の対比表	
附属書 JH (参考) JIS 新旧対比表	
【解説】	

問題となったりした用語や、顕著な追加や変更が行われた用語の解説をまとめる予定である。

5.2 用語集の編成方針

用語集は、現行JISで用いている独自のコード(G, R, M, Fなどのアルファベット)の分類法を取り止めて、IEV 192の分類コード(192-xx)によって編成する。

この変更は対応する国際規格との整合性を高めるとともに、関連のある他分野のJIS用語規格の編成動向に沿わせた結果である。表2に改正案の分類を示す。

分類コード192-01(基本概念)から192-13(信頼性測定)まではIEV 192の分類コードに一致しており、その分類に属するIEV 192の全ての用語を含んでいる。加えて、改正案では、その分類コードに属するJIS独自の用語を補足した。

更にJIS独自の分類を新設し、関連用語をまとめた。これらの分類コードもIEV 192の分類に準拠しており、192J-60(信頼性データ解析)から192J-64(環境保全関連)までとした。なお、IEV 192にある分類コードに属するJIS独自用語(現行JISからの継承用語を含む)には識別可能なコード番号を次のように付与する。

(1) IEV 192と一致する分類コード内のJIS独自用語のコード番号

現行JISからの継承用語及び新規追加用語は、末尾にアルファベットを付したコード番号として識別する。

表2 JIS改正案における用語編成と分類コード
[IEC 60050-192に一致する分類コードの用語]

分類コード	分類項目	用語数
192-01	基本概念	50
192-02	状態及び時間	38
192-03	故障	45
192-04	フォールト	21
192-05	信頼性性能	18
192-06	保全及び保全支援(概念)	40
192-07	保全性性能及び保全支援(尺度)	32
192-08	アベイラビリティ(概念及び性能)	11
192-09	信頼性試験	61
192-10	信頼性設計	37
192-11	信頼性解析	21
192-12	信頼性改善	9
192-13	信頼性評価	46

[JIS独自の分類コードの用語]

分類コード	分類項目	用語数
192J-60	信頼性データ解析	28
192J-61	ディペンダビリティマネジメント	14
192J-62	サービス信頼性	19
192J-63	安全性関連	21
192J-64	環境保全関連	15

(例) 192-01-36A ケーパビリティ (capability)：継承用語

192-01-01A 製品 (product)：新規用語

(2) JIS独自分類コード内の用語のコード番号

分類コードは192J-60～64とし、「J」はJIS独自の追加分類であることを示す。用語コードは次のとおり。

(例) 192J-60-01 母集団 (population)：新規用語

192J-62-01 サービス (service)：継承用語

6. 主要な信頼性用語の改正点

6.1 代表的な問題点

JIS Z 8115 改正委員会にて検討された、現行JISの信頼性用語における代表的な問題点を挙げる。

- ①基本用語または重要用語であるが、産業界への普及の度合いが十分でない用語

例) ディペンダビリティ、フォールト

- ②相違が分かりにくい類似用語

例) フォールトと故障、修理、修復及び回復

- ③ペアまたはセットとなる用語の一方しか定義されていない用語

例) 修理系[非修理系がない]、熱予備(熱待機) 冷予備(冷待機) [温予備(温待機) がない]

- ④文脈の判読が難しい用語

例) ディペンダビリティ、危害

- ⑤産業界で流布している用語と相違する用語

例) フォールトの木解析→故障の木解析

- ⑥IECの個別規格またはIEV 192で既に更新/変更されている用語

例) FMEAの英文 (fault modes and effects analysis → failure modes and effects analysis)

- ⑦JIS改正案で新たに追加したい用語

例) ストレス-強度モデル、最悪値解析 (WCA)

- ⑧現行JIS用語であるが、IEV 192で廃止された用語であって、JIS改正案に残したい用語

例) 信頼性特性値、経時間

6.2 代表的な信頼性用語の紹介

今回の改正で、現行JISと比較すると、用語名や定義に変更のある用語、廃止された用語、IEV 192で新規追加された用語など数々の相違が見られる。またJIS独自として新規に追加された用語も多々ある。本稿では、産業界への影響が予想される代表的な用語を取り上げて紹介する。

なお、JIS Z 8115改正委員会では引き続き審議中であり、本稿は2015年11月末における状況を反映した。以下の内容がJIS Z 8115改正の完成版とは異なる余地のあることを付記しておく。なお、IEV 192から引用した英文は既に国際的に制定された内容で変更はない。

(1) 192-01-01 アイテム (item)

アイテムは学術文献では使用例があるけれども、産業界ではまず使用されない用語である。だが、多様な信頼性の対象を一言で記述するのに便利な用語であり、規格類で用語の定義をする上で必要な用語である。

JIS改正案では、IEV 192の“subject being considered”に対応する「対象となるもの」と定義しており、製品でもサービスでも、信頼性・保全性・安全性の対象になるものはアイテムである。注記^(注2)1には「アイテムは、個別の部品、構成部品、デバイス、機能ユニット、機器、サブシステム、又はシステムなどである」の説明があるが、これは現行JISのG1 (すなわちIEV 191の191-01-01)の定義を移設したものである。IEV 192では、この文は定義というよりは説明になっていたため、注記とし、説明として残すと述べられている。また別の注記では「アイテムは、ハードウェア、ソフトウェア、人間又はそれらの組合せから構成される」とされるが、これは現行JISでも備考で示されている。更に、「アイテムは、別々に対象となりうる要素から、しばしば構成される」という注記もある。例えば、サブアイテム(192-01-02)や実施単位^(注3)(192-01-05)はアイテムの要素である。どの階層でも、どの部分でも、対象と考えるものはアイテムと呼んで構わない。なお、JIS改正案で新規に加えた「サービスを考慮する場合、サービスユニット、サービスプロセス、サービスシステムなどがアイテムである」という注記は分類192J-62のサービス用語に配慮したものである。

(2) 192-01-22 ディペンダビリティ、総合信頼性 (dependability <of an item>)

ディペンダビリティ (dependability) は信頼性 (reliability) の上位概念として1990年発行のIEV 191に導入され、2000年発行の現行JISに採用された。この間、実に少なくとも10年間の隔りがある。国内では「信頼性・保全性」がほぼ同じ概念として既に流布していたので、先達の方々は「ディペンダビリティ」の採用をためらっていたのではないかと憶測される。しかし、前述の貿易自由化の国策とも絡んで、現行JISへの採用に踏み切ったのではなかろうか。

しかしながら、「ディペンダビリティ」というカタカナ用語自体は、2000年に導入されて15年余りが経過した現在でも、産業界での知名度は極めて低い。その理由として、我が国では既に「信頼性」という用語が保全性も含めた広義の概念としても用いられている現状が底流にあると思う。(実は、本稿でも「信頼性用語」と記述するときは広義の概念で「信頼性」を用いている。)

JIS改正案では、やはり国際用語であるdependabilityの普及が必要なため、信頼性の上位概念として「総合信頼性」をdependabilityと同義に使うこととした。現行JISとの継承を考慮して、「ディペンダビリティ」と「総合信頼性」を併記する。

現行JISにおけるディペンダビリティの定義は「アベイラ

(注2)：現行JISにおける“備考”に相当する。

(注3)：実施単位 (indenture level) は、現行JISでは保全に絞って「保全実施単位」を規定している。しかし、IEV 192では「システム階層的な区分水準」と定義して、より幅広い分野で用いられる。例えば、安全管理やサービスなどに適用し得る。

ビリティ性能及びこれに影響を与える要因，すなわち，信頼性性能，保全性性能及び保全支援能力を記述するために用いられる包括的な用語」となっているが，IECの上部委員会でまとめられたIECガイドの中で分かりにくい用語の例としてやり玉に上がってしまった。理由は，一般文書の中で“dependability”が用いられたときに，この定義文と代替したときに文意がとりにくいということであった。そこでIECのTC56がIEV 191の改正に着手するにあたっては，汚名返上を目指し長くて慎重な審議が行われたのである。

この結果，JIS改正案ではIEV 192 (192-01-22)の定義に対応して，「アイテムが，要求された時に，その要求通りに遂行するための能力」という簡単な定義になった。ちなみに，IEV 192では192-01-22 dependability, <of an item>の意味は“ability to perform as and when required”と定められている。この定義は，現行JIS（すなわち，IEV 191）の定義に比べ技術的表現が除かれたことである。更に，機能(function)という表現がなくなった。これはアイテムの定義の拡張，製品に加えてサービスも視野に入れた拡張に関わりがあると思われる。このため，注記において，ディペンダビリティの技術的側面を補足し，信頼性技術者・専門家への便宜を図っている。注記1では，各国の信頼性技術者・専門家の間では支持を得ていたIEV 191の定義を下敷きにして，「ディペンダビリティ（総合信頼性）とは，アベイラビリティ（192-01-23），信頼性（192-01-24），回復可能性（192-01-25），保全性（192-01-27），及び保全支援性能（192-01-29）を含む。適用によっては，耐久性（192-01-21），安全性及びセキュリティのような他の特性を含むことがある」と述べられている。これはディペンダビリティが包含する諸特性を具体的に並べて，概念の広がりを示したものである。すなわち，現行JIS（IEV 191）の定義にある3大特性（信頼性，保全性及び保全支援性能）を継承した上で，現時点で見通した特性（回復可能性や安全性・セキュリティなど）を加えた。更に，「ディペンダビリティは，アイテムの時間に関する品質特性に対する，包括的な用語として用いられる」と使用の制限を示している。なお，技術的側面を補足するために，現行JISからの継承やJIS改正案での追加による注記もあるが省略する。

(3) 192-01-24 信頼性 (reliability <of an item>)

JIS用語改正案での信頼性の定義は，現行JISと大きな違いはない。すなわち，「アイテムが与えられた条件のもとで，与えられた期間，故障せずに，要求通りに遂行できる能力」と定義される。「故障せずに，要求通りに」“as required, without failure”という表現が現行JISと変わった部分である。この定義でも機能(function)が使われなくなった。なお，アイテムがサービスを指す場合には，「故障せずに」(without failure)は「失敗せずに」と読み替えるとよいだろう。注記では技術的補足として「与えられた条件には，動作モード，ストレス水準，環境条件及び保全のような，信頼性に影響する側面が含まれる」，「期間は，例えば暦時間，動作サイクル，走行距離などのような，当該アイテムに適切な単位で表現してよく，かつ単位は常に明確に記述することが望ましい」，

及び「信頼性性能は適切な尺度で定量化しうる」と述べられている。

(4) 192-01-27 保全性 (maintainability <of an item>)

JIS用語改正案での保全性の定義も現行JISと大きな違いはない。すなわち，「与えられた運用及び保全条件のもとで，アイテムが要求通りに遂行できる状態に保持されるか，又は修復される能力」と定義される。技術的補足の注記として，「与えられた状態は保全性に影響する局面を含む。例えば，保全の場所，アクセシビリティ（接近性），保全手順及び保守資源など」，及び「保全性は適切な尺度で定量化しうる」と述べられている。

(5) 192-01-29 保全支援性能，保全支援能力 (maintenance support performance)

保全支援性能は「保全支援に関する組織の有効性」と定義される。ここに，保全支援(192-01-28)とは「アイテムを維持するための資源の供給」のことであり，「資源には，人的資源，支援機器，材料及び予備品，保全設備，文書及び情報管理並びに保全情報システムを含む」，及び「保全支援能力は適切な尺度を用いて定量化しうる」と注記されている。なお，現行JISでは「保全支援能力」であるが，改正案では「保全支援性能」を優先用語とした。これは規格全体で性能(performance)という表現に統一したことによる。また，現行JIS（IEV 191）の定義にある「与えられた保全方針及び与えられた条件の下で」という前提条件は，JIS改正案（IEV 192）では取り除かれた。

(6) 192-01-25 回復可能性 (recoverability <of an item>)

回復可能性はJIS改正案（IEV 192）で新しく加わった用語で，ディペンダビリティの特性の一つに加えられた。「アイテムが事後保全を実施せずに，故障から回復する能力」と定義される。注記では，「回復する能力は外部からの介入を必要とする，しなやかに係わらない」とされ，また「規定の期間内に回復する確率で表される測度を用いて，数量化できる」と述べられている。

(7) 192-01-23 アベイラビリティ (availability <of an item>)

現行JIS（IEV 191）では，アベイラビリティはディペンダビリティにかなり密着した概念であったが，IEV 192ではディペンダビリティの定義が拡張され，アベイラビリティはディペンダビリティの多様な特性の一つになった。

現行JIS（IEV 191）のアベイラビリティの定義にある「要求された外部資源が用意されたと仮定したとき，アイテムが与えられた条件で，与えられた時点，又は期間中」という前提条件が，JIS改正案（IEV 192）では除かれた。すなわち，「要求された通りの遂行状態にあるアイテムの能力」という簡単な表現の定義になった。

技術的補足として，「アベイラビリティは，アイテムの信頼性（192-01-24），回復可能性（192-01-25）及び保全性（192-01-27）を組み合わせた特性，並びに保全支援性能（192-01-29）に依存する」，及び「アベイラビリティは適切な尺度で定量化しうる」と注記されている。

英語では，reliabilityやmaintainabilityと同様に，availabilityも能力を表す性質と尺度の二つの意味を持つ。一方，我が

国ではreliabilityやmaintainabilityは性質と尺度に別々の用語を制定した。例えば性質を表す「信頼性」と尺度を表す「信頼度」などである。しかし、カタカナ用語のアベイラビリティにはそのような配慮がされてこなかった。そこで英語と同様に、アベイラビリティは性能と尺度の両方の意味で用いられることに注意を要する。実は、この問題は既に現行JIS (IEV 191) においても存在しているのだが、我が国ではディペンダビリティは概念用語、アベイラビリティはそれを測度化した尺度用語と限定して用いられてきたので表面化されなかったと言える。素性をたどれば、米軍規格ではアベイラビリティは尺度を表す用語であったが、IEV 191では二つの意味が加えられた。そこで、現行JIS (IEC 191) ではアベイラビリティを性質の意味で用いるときは、「アベイラビリティ性能」(availability performance) という表現を可能にしていた。JIS改正案 (IEV 192) ではアベイラビリティ単独の場合は性質を表し、尺度として用いる場合は〇〇アベイラビリティというように説明語を付けている。例えば、瞬間アベイラビリティ、平均アベイラビリティ、定常アベイラビリティなどである。ただし、我が国では「アベイラビリティ」自体を尺度で用いることも行われているので、そのことを注記で補足している。

(8) 192-01-31 支援性 (supportability <of an item>)

支援性もIEV 192で新しく加わった用語で、「アイテムの規定された運用プロファイル並びに補給資源及び保全資源のもとで、要求されるアベイラビリティを維持するための支援能力」と定義される。すなわち、アベイラビリティを維持するのに必要な能力である。「アイテムの支援性は、要求される保全支援及び補給提供をし易くするようなアイテムへの外部要因と結び付いた固有の保全性 (192-01-27) から帰結される」と注記されるように、保全支援 (maintenance support) と補給支援 (logistic support) に分類される。

(9) 192-01-03 システム、系 (system <in dependability>)

システムもIEV 192で新しく加わった用語というのと驚かれるかもしれないが、IEV 191ではISO 9000のシステムの定義を利用していたのである。JIS改正案では、システムは「ディペンダビリティの要求を満たすために集合的にふるまう、規定された一組のアイテム」と定義される。あくまでも、ディペンダビリティで使われるシステムの定義なのである。以下に、注記の内容を列記しておく。

- ・システムには、規定された現実的または抽象的な境界が存在すると考えられる。
- ・システムを運用するために (システムの境界の外側から) 外部の資源が必要となる場合がある。
- ・システムの構造は、階層化されていることがある。例えば、システム、サブシステム、構成品等。
- ・運用及び保全の条件は、要求の範囲内で示されるか、又は暗示されていること。

(10) 192-01-05 実施単位、分割単位 (indenture level)

現行JIS (IEV 191) では保全実施単位 (indenture level <for maintenance>) が入っていたが、JIS改正案 (IEV 192) では範囲を広げて、「実施単位」が新しく加わった。実施単位は「シス

テムの階層的な区分水準」と定義される。例としてサブシステム、組立品、構成品などが挙げられる。実施単位は保全、安全、サービスなどの観点で考慮される。例えば、「保全実施単位」はシステムの構造の複雑さ、サブシステムへの接近性、保全要員の技能水準、試験施設、安全への配慮などに依存して決められる。

(11) 192-03-01 故障 (failure <of an item>) 及び192-04-01 フォールト、故障状態 (fault <of an item>)

故障とフォールトの概念の区別は現行JIS (IEV 191) で導入された。それ以前は我が国ではfailureもfaultも「故障」と呼ばれており、フォールトトレランスの分野など一部を除き、明確に区別することはなかった。例えば、故障解析 (failure analysis)、故障の木解析 (fault tree analysis) などの用法が今も定着している。

しかし、現行JISでは、フォールトの定義において故障の結果生じるものと故障の原因として存在するものの二つが併記され、それぞれの定義の備考の記述から、<フォールト→故障→フォールト>の因果関係が導かれることによって、規格の利用者に混乱を与えたことは否めない。

JIS改正案 (IEV 192) では、故障は「アイテムが要求を実行する能力を失うこと」、フォールトは「内部の状態によって要求どおりに遂行できないこと」とそれぞれ一意に定義され、明解になった。故障とフォールトの定義でも、「機能」の表現が除かれたことで、サービスなどの無形のアイテムにもfailureとfaultの適用が広がったと言える。

図2 故障、フォールト (故障状態) 及び潜在フォールトの概念図 この図は潜在フォールト、故障及びフォールトの概念を表している。潜在フォールトはアイテムに内在する故障原因にストレスが加わって故障メカニズムが進行しているが、アイテム自体は動作状態にある間をいう。動作状態から故障状態に推移する瞬間が故障で、その後の故障状態がフォールトとなる。

時間									
ダウン時間 (192-02-21)					アップ時間 (192-02-02)				
動作不能時間 (192-02-19)					動作可能時間 (192-02-17)		動作不能時間 (192-02-19)		動作可能時間 (192-02-17)
非動作時間 (192-02-07)					動作時間 (192-02-05)	非動作時間 (192-02-07)			動作時間 (192-02-05)
予防保全時間 (192-07-05)	修復時間 (192-07-06)					アイドル時間 (192-02-15)	待機時間 (192-02-13)	外的動作不能時間 (192-02-24)	予防保全時間 (192-07-05)
	事後保全時間 (192-07-07)	フォールト検出時間 (192-07-11)		管理遅延時間 (192-07-12)					
保全時間 (192-07-02)									
RT	NRT		RT	NRT		RT	RT	NRT	RT

図3 動作と保全の時間の関係全体図 これはJIS改正案において、附属書JAの図A.1に相当する図である。定義された動作と保全の各時間の関係を示している。例えば、アップ時間の中に動作可能時間と動作不能時間があるなどを表している。最下行のRTは機能要求時間 (192-02-08)、NRTは機能不要求時間 (192-02-09)を示す。これは標準の簡略名ではない。

保全時間 (192-07-02)									
予防保全時間 (192-07-05)				事後保全時間 (192-07-07)					
実働保全時間 (192-07-04)			補給遅延時間 (192-07-13)	補給遅延時間 (192-07-13)	実働保全時間 (192-07-04)				
実働予防保全時間 (192-07-08)					実働事後保全時間 (192-07-10)				
技術遅延時間 (192-07-15)	予防保全実行時間 (192-07-09)	機能点検時間 (192-07-16)			技術遅延時間 (192-07-15)	フォールト診断時間 (192-07-17)	フォールト位置特定時間 (192-07-18)	フォールト是正時間 (192-07-14)	機能点検時間 (192-07-16)
						修理時間 (192-07-19)			

図4 保全時間の関係図 この図は図3の中から保全時間を抜き出して詳細な関係を示したものである。保全時間には予防保全時間と事後保全時間があるなどを示している。

JIS改正案ではfailureを故障、faultをフォールトまたは故障状態に対応させた。サービスなどの人的活動に対しては「失敗」と「失敗状態」のように言い換えることが可能である。

なお、アイテムが要求を果たしていても、明らかになっていないフォールトを内在することがある。JIS改正案ではこのようなフォールトを潜在フォールト (192-04-08: latent fault) と呼ぶ。

潜在フォールトは内外のストレスなどの影響によって進行または拡大し、やがて顕在化する。顕在化によって、アイテムが要求を果たさなくなる瞬間の出来事 (event) が故障である。故障が発生すると、アイテムは要求どおりに遂行できない状態 (state) に移行する。故障状態、すなわちフォールト、は持続される。これらの用語の関係を図2に示す。

フォールトはアイテム自身の故障、または仕様、設計、製造、保全などのライフサイクルの各段階でのディフェクトに起因する。故障もフォールトもその原因と組み合わせて、設計故障や設計フォールトのように表現することが可能である。

産業界の実情では、故障解析、故障モード・影響解析 (FMEA)、故障の木解析 (FTA) などのように、故障とフォールトの区別をせずに、両者を合わせた広い意味で「故障」を用いている事実がある。JIS改正案ではこれを容認して、例えば192-04-01 フォールトの注記や192-11-05 FMEAの注記4などで説明している。

(12) 時間の用語分類

JIS改正案 (IEV 192) では状態と時間について詳細に分類して定義している。JIS改正案の附属書JA (参考) では動作と保全の時間関係をまとめている。図3は動作と保全についての時間の関係を表す全体図である。図4はこのうちの保全時

間の詳細図である。ほとんどは現行JISと一致しているが、一部追加された用語もある。現行JISとの主要な相違点については後の項で必要により説明するが、個々の時間についての解説は紙面の都合で省略する。

(13) 192-05-11 故障までの平均動作時間、故障までの平均時間、平均故障寿命 (mean operating time to failure), MTTF

米軍仕様書によって信頼性を学んできた年代層の者には、MTTFは故障までの平均時間 (mean time to failure) の略称で、非修理系の尺度であった。しかし、1990年発行のIEV 191では故障までの時間 (time to failure) の定義を広げて修理系にも適用されるようにした。これは2000年発行の現行JISに採用された。これはIEV 192にも踏襲されているが、後述のMTBFの場合と同様に、修理系での適用を考慮して、mean operating time to failureと“operating”が加えられた。ただし、略称はMTTFのままになっている。これは非修理系への適用もあるためと思われる。

JIS改正案でも国際整合性から「故障までの平均動作時間」を採用したが、現行JISに慣れた利用者を考慮して、「故障までの平均時間」も残している。

我が国産業界の実情では、MTTFは部品・デバイスなどの非修理系にのみ用いられており、「平均故障寿命」の呼称も定着している。そこでJIS改正案では修理系に配慮した「動作」に固執する必要はないと考え、これらの用語として全て採用した。

JIS改正案の定義を抜粋して示す。

- ・故障までの平均動作時間：故障までの動作時間の期待値。

注記1. 故障までの時間が指数分布(一定故障率)に従うときの非修理系アイテムの場合には、MTTFは、数値上、故障率の逆数に等しい。修理系アイテムに対しても、修復後に新品同様な良好な状態にあると仮定することができる場合、このことは成立する。

注記2. (省略)

注記3. 非修理アイテムでは“平均故障寿命”という。

- ・故障までの動作時間：アイテムが、最初に使われたとき、または修復されたときから、故障するまでの動作時間の累計。

- ・動作時間：アイテムが動作状態にある期間。

注記1. 動作時間は対象アイテムに適切な単位で表現される。例えば、歴時間、動作回数、走行距離などである。その単位は常に明確に表すことが望ましい。

注記2. “運用時間”ともいう。部品・デバイス等の場合は動作時間、機器・装置・システム等の場合は運用時間とする事がある。

- ・動作状態：アイテムが要求通りに実行している状態。

なお、上に示したように、JIS改正案に共通して、アイテムにより“動作時間”は“運用時間”に置き換えてもよいことにしている。

IEV 191 及び IEV 192 が企図してきた MTTF の修理系への拡張は、今のところ、成功しているとは思えない。25 年の歳月で、産業界だけでなく国内外の学術論文にも適用例が見られない。しかし、IEV 192 が国際標準であることから、将来、国際商取引で客先から修理アイテムの MTTF 保証を要求されることがないとはいえない。我々は今後の国際動向を見守る必要がある。

なお、非修理系の平均故障寿命に対応する、修理系の用語は、「最初の故障までの動作時間」(mean operating time to first failure) (192-05-12) といい、略号は MTTF である。

(14) 192-05-13 平均故障間動作時間 (mean operating time between failures), MTBF, MOTBF

米軍仕様書では、MTBF は平均故障間隔 (mean time between failures) の略称であった。IEV 191 で平均故障間動作時間 (mean operating time between failures) が新しく採用され、略称は MTBF が踏襲された。この変更は、隣接する故障の間隔には動作時間に加えて修復時間があるので、動作時間だけを対象にすることを明確にするという意図による。現行 JIS ではそのまま採用された。

ところで、今回 IEV 191 の改正作業の中で、略称は英文名の頭文字を並べた MOTBF ではないかという意見によって、これを優先順位 1 位の略称にした原案がまとめられた。これは確かに正論であるが、筆者としては、産業界で使われてもいない略称を国際標準に加えることに問題を感じた。しかし、TC56 の参加国の賛成多数で承認され、用語を主管する TC1 に送られた。しかるに、TC1 での審議過程で逆転して MTBF が再び最優先に戻った。その結果、IEV2 (192-05-13) では MTBF に MOTBF を併記する形に収まった。今回の JIS 改正案でもそのまま採用した。

JIS 改正案の定義を抜粋して示す。

- ・平均故障間動作時間：故障間動作時間の期待値。

注記1. 平均故障間動作時間は修理系アイテムに対してだけに用いられる。非修理系アイテムに対しては平均故障寿命が使われる。

注記2. ある特定期間中の MTBF は、その期間中の総動作時間を総故障数で割った値である。故障間動作時間が指数分布に従う場合には、どの期間をとっても故障率は一定であり、MTBF は故障率の逆数になる。

- ・故障間動作時間：修理系アイテムで、連続する二つの故障間の動作時間の累計。

注記1. これは“故障までの動作時間” (192-05-01) の特別な場合で修理系のみに適用できる。

我が国はもちろん国際的にも、修理アイテムに対しては MTBF が浸透している現状では、すぐには MOTBF が適用されることはないかもしれない。ただし、国際商取引の場面で MOTBF に遭遇する可能性は残される。

(15) 192-6-23 修復 (restoration), 192-6-24 回復 (recovery) 及び 192-6-12 修理 (repair)

保全関連の用語で、現行 JIS (IEV 191) では回復と修復 (recovery と restoration) は区別せずに、「フォールト状態の後、アイテムが要求機能を遂行する能力を取り戻すこと」と定義されていたが、IEV 192 では restoration と recovery が区別されることになったため、JIS 改正案でも修復と回復を次のように区別して定義している。

- ・192-06-23 修復 (restoration)：故障の後、アップ状態が再び確立される事象

- ・192-06-24 回復 (recovery)：事後保全のない修復

- ・192-02-01 アップ状態 (up state <of an item>)：アイテムが要求通りに遂行できる状態

この区別は、関連する信頼性用語に全て反映している。例えば、192-01-25 回復可能性 (recoverability <of an item>) や 192-07-23 平均修復時間、MTTR (mean time to restoration) などである。なお、かつて米軍仕様書では、MTTR は mean time to repair の略号であったが、IEV 191 では repair, restoration, recovery のいずれでもよいことにされた。しかし、IEV 192 では restoration に固定された。なお、和文は現行 JIS も JIS 改正案も「平均修復時間」としている。

また、現行 JIS の修復率 (repair rate) は JIS 改正案では 192-07-20 瞬間修理率、修理率 (instantaneous repair rate, repair rate) とし、注記において、「慣用的に“(瞬間)修復率”も用いられる。しかし、修理 (192-6-14) と修復 (192-6-23) は同義ではない」と説明して、現行 JIS との継承性を保っている。ちなみに、現行 JIS においても「修理 (repair)」と「回復、修復」は別概念として定義されているが、このように一貫性がないところもある。JIS 改正案 (IEV 192) では修理を次のように定義している。

- ・192-06-14 修理 (repair)：修復をもたらすために行われる直接活動。

注記1. 修理にはフォールト位置特定 (192-06-19)、フォー

ルト診断 (192-06-20)、フォールト是正 (192-06-21)、及び機能点検 (192-06-22) が含まれる。

(16) 192-11-05 故障モード・影響解析, FMEA (failure modes and effects analysis)

IEV 191 では、FMEA の 英 文 名 が fault mode and effects analysis であり、failure modes and effects analysis は廃止予定になっていた。これに基づき、現行 JIS では用語として「フォールトモード・影響解析」が採用されている。しかし、国内でこの用語を用いた例はなく、有名無実になっていた。その後、国際的にも FMEA の個別規格 IEC 60812:1996 の制定において日米加などが主張して巻き返しを図られ、failure mode and effects analysis が規格名に採用された。これは IEV 192 にも反映され、現行 JIS (IEV 191) で廃止予定とされた failure modes and effects analysis が復活した。

ちなみに、IEC 60812:1996 に対応して制定された FMEA の国内規格は、JIS C 5750-4-3:2011 故障モード・影響解析 (FMEA) の手順である。

なお、細かいことであるが、IEC 60812 では“failure mode”，IEV 192 では“failure modes”となっている。米軍規格は“failure mode”の単数形であった。このときの FMEA の意味は、一つの故障モードから複数の影響が及ぼされるという因果関係を解析する手法を表すと推量される。一方、IEV 192 のように複数形の場合は、複数の故障モードの洗い出しとそれらから及ぼされる複数の影響が解析される手法となり、マルチの因果関係が想像される。

個別規格の IEC 60812 は目下第2版の原案作成中であり、恐らく規格名は IEV 192 に一致させることになると思われる。

以上の経緯は、192-11-06 故障モード・影響及び致命度解析, FMECA (failure modes, effects and criticality analysis) についても同様である。

ところで、我が国ではほぼ画一的に FMEA の呼称が用いられているが、国際的には FMEA と FMECA を区別するのが一般的である。これは米軍規格 MIL-STD-1629A に由来するもので、致命度解析を行わない場合を FMEA といい、定量的致命度解析 (CA: Criticality Analysis) と組み合わせた場合を FMECA という。致命度はリスクに相当し、影響の厳しさと発生頻度の組合せをマトリックス表示して評価する。その後、NASA によって評点法の定性的致命度解析が開発された。これは米国自動車産業によって潜在的 FMEA (potential FMEA) の名で民間企業に広められた。更に、この定性的致命度解析を含む FMEA は医療、教育、接客などのサービス分野にも拡大して用いられている。

この現状を考慮して、JIS 改正案では故障モード・影響解析 (192-11-05) の注記において、FMEA で取り上げる「故障」は IEV 192 の定義を拡張した「要求された任務の遂行能力を失うこと」という概念で用いられ、「故障、不具合、失敗など不都合な事象をすべて対象とする」と説明している。

JIS 改正案では、分類 192-03 故障の中で、FMEA の関連用語として、192-03-17 故障モード (failure mode)、192-03-11 故障原因 (failure cause)、192-03-08 故障の影響 (failure effect)、

192-03-09 致命度 (criticality) などが定義されている。

(17) 192-11-08 故障の木解析, FTA (fault tree analysis)

現行 JIS では、IEV 191 における故障とフォールトの用語の区別の影響を受け、FTA の名称として「フォールトの木解析」が採用されたが、この用語も国内での用例は見当たらない。そこで、2011 年制定の FTA の国内規格 JIS C 5750-4-4 では、産業界で事実上用いられている「故障の木解析」の名称が採用された。JIS 改正案でもこの結果を踏襲して「故障の木解析」とした。

JIS 改正案では、分類 192-03 故障の中で、FTA の関連用語として、192-03-23L 頂上事象 (top event)、192-03-23M 基本事象 (basic event)、192-03-23N 中間事象 (intermediate event)、192-03-23O 反復事象 (replicated event, repeated event)、192-03-23P 非展開事象 (undeveloped event)、192-03-23Q 論理ゲート、ゲート (logic gate, gate) が追加されている。

なお、FMEA や FTA と関連する 192-11-09 事象の木解析 (event tree analysis) についても、関連用語として 192-03-23R 起因事象 (initiating event)、192-03-23S 軽減要因 (mitigating factor)、192-03-23T 結果、帰着結果 (outcome) が追加されている。

7. JIS 信頼性用語の採択範囲についての考察

採択した信頼性用語の範囲の変遷を考察してみる。

1990 年に発行された IEV 191 は Part 1: Dependability: Common Terms と Part 2: Quality of service in telecommunications に分かれている。現行 JIS はこのうちの Part 1 のみを対象に用語を採択している。

Part 2 の通信のサービス品質用語は、通信という特定分野であることと、当時信頼性の適用範囲は製品に限られていたことにより、対象から外されたものと推測する。IEV 191 では性能の概念 (performance concepts) を図5の構造で表している。この図は、サービスの品質 (QoS: Quality of Service) を頂点とする木構造になっており、ディペンダビリティはサービス性の下位概念に置かれていた。現行 JIS では、先行する 1981 年版の JIS から継承した独自の用語分類を用いているので、IEV 191 本来の分類法が見えにくくなっているが、Section 191-01 基本概念には 13 語が収められており、item, required function, operation などと並んで 191-04 service が定義されている。また、Section 191-02 アイテム関連性能には 8 語が収められており、dependability, availability (performance), reliability (performance), maintainability (performance), maintenance support performance などとともに capability が定義されている。この二つの用語はサービス関連用語でもあるが、IEV 191 では図5の概念の下に上記に示した Section に加えられたと思われる。現行 JIS は Part 1 の用語を全て採択したため、これらの用語も加えられたのである。現行 JIS の範囲は図5の中で、四角で囲われた部分である。

一方、IEV 192 ではサービス関連用語とディペンダビリティ用語を切り離す方針に切り替えた。IEC 60050-192 Ed. 1 とし

図5 IEC 60050-191 の性能の概念 (QoS : Quality of Service) と現行 JIS の適用範囲 この図は 1990 年に発行された IEC 60050-191 に示された用語の関連構造を示す図である。サービスの品質 (QoS) を最上位に置き、ディペンダビリティはサービス性の下位の概念とされている。枠内は Part 1 の部分で JIS Z 8115:2000 に採択された用語の範囲を示す。枠外は Part 2 の部分でサービス関連用語 (通信関連に限定) である。

図6 IEC 60050-192 Ed.1 の適用範囲と JIS Z 8115 信頼性用語改正案の適用範囲 この図は、図5の構造を基にして、JIS改正案で採用している用語の範囲を示したもので、サービス関連用語を含む。四角枠の内部は IEC 60050-192 Ed.1 の範囲を示したもので、ディペンダビリティ関連用語に限定されている。

て章を独立させるとともに、service と capability も削られた。

JIS改正案ではこれとは逆に、サービス信頼性に関する用語を JIS 独自に追加するとともに、我が国でこれまで使われてきたが、IEV 192 からスリム化のために削られた信頼性関

連用語を復活し、また不足している用語を追加した。この詳細は 5.2 の表 2 において既に表示したとおりである。

図6は、図5の分類を基に JIS改正案と IEV 192 の用語の範囲をまとめたものである。現行 JIS にはあるが、IEV 191 には

明確に加えられなかったソフトウェア関連用語は、IEV 192で採択された。一方、前述のサービス関連用語以外にも、安全性関連や環境関連の用語も新しい分類で採択した。また、IEV 192で十分カバーされていない信頼性データ解析やディペンダビリティマネジメントの用語も分類を新設して集録した。実機に基づく三位一体の信頼性解析といわれる信頼性試験、故障解析、及び信頼性データ解析の用語のうち、故障解析用語は特定のアイテム（例えばLSIや機械部品など）に対する固有の用語はそれぞれの製品規格に委ねることとし、現行JISを継承した192-11-11A 故障解析 (failure analysis) 及び192-11-11B ストレス解析 (stress analysis) のみの採択となった。

8. 期待される信頼性の対象： サービス考

信頼性工学の対象は、アイテムの定義でも述べたようにものから人へ、有形から無形に拡大してきている。信頼性自体も、米軍規格によって導入された狭義の信頼性から始まって、「信頼性・保全性」と広がり、IEV 191の定義によるアベイラビリティ性能（信頼性性能と保全性性能）及び保全支援性能から成るディペンダビリティを経て、現在のIEV 192の定義による更に広義のディペンダビリティの概念へと発展してきている。

一方、情報通信などの社会インフラの進歩の速さを考えると、ディペンダビリティ（信頼性）用語の改正が10年間隔では追いついて行けないという危惧を抱えている。不易流行ということでは、用語規格は基本的に不易の部分を取り上げる宿命にあるのかもしれない。しかし、不易といえども少なからず流行の影響をこうむっている。今回のJIS改正案（IEV 192）におけるアイテムやディペンダビリティの定義の見直しは、多少の社会的技術的変化があっても、適用できるように、抽象化・一般化されたと言えるであろう。

IECが25年前に打ち出していたサービスの信頼性分野について、TC56のWG1で検討を続けていた通信と電力のサービスの品質関連用語はIEV 192から分離された。これはディペンダビリティ（総合信頼性）用語規格の早期発行という面もあるが、国際的に適切な人材の不足も否めない。通信関係はITU（国際電気通信連合）に移管され、電力関係は別途発行の運びになった。後者についてはIEC 60050-692 International electrotechnical vocabulary - Generation, transmission and distribution of energy - Dependability and quality of service（発電、送電及び配電についてのディペンダビリティ及びサービスの品質用語）のCDVが2015年8月に回付されたところである。

IEC 60050-692では、dependabilityの定義はなく、reliabilityが定義されている。reliability自体はIEV 192からの引用であるが、別にサービス信頼性を定義している（筆者仮訳）。

- ・ 692-01-13 サービス信頼性 (service reliability <of an electric power system>)

電力システムが、与えられた運転条件の下で、与えら

れた期間、要求事項を十分に満足させる能力 (ability to adequately satisfy the demand under given operating conditions for a given time interval)

サービス信頼性は更にシステム充足性 (system adequacy) とシステムセキュリティ (system security) に分けられる。

一方、JIS改正案の分類192J-62では、電気通信システムを基にまとめられており、次のような定義がなされている。

- ・ 192J-62-01 サービス (service) :

利用者（又はユーザ）に提供される一群の機能。

- ・ 192J-62-02 サービス性 (serviceability) :

ユーザがサービスを要求するときに、与えられた運用条件の下で許容範囲内のサービスが提供され、また要求される期間提供され続ける能力。

- ・ 192J-62-03 サービス接近性 (service accessibility) :

サービスを要求するときに、与えられた条件の下で許容範囲内のサービスが得られる能力。

- ・ 192J-62-04 サービス継続性 (service retainability) :

サービスの提供開始後、要求される期間、与えられた条件の下で提供され続ける程度。

この定義では、サービス性がサービス信頼性に対応する用語といえる。

これらの例のように、サービスの対象により、サービス信頼性の下位の要素は異なってくる。

筆者は接客サービスを含む、一般の人一人、または人・機械のサービスについて次のような提案を行った⁽⁷⁾。すなわち、提供者から受容者への有用な価値の移転をサービスと考える。サービスは無形なので、提供者は受容者に認識されるような価値の担体を用いる。担体は物質とエネルギーによるものが基本であるが、それらを複雑に組み合わせた結果の「情報」というメタ担体が現在最も多用される。サービスビジネスでは、移転する担体の価値に見合った対価が受容者から提供者に支払われる。なお、対価を要求しない無償のサービスもあるが、精神的満足などを得て、提供者と受容者の満足度のバランスが保たれるのが普通である。

この場合のサービス信頼性は、上記の通信サービスの信頼性にほぼ同じである。筆者は、サービス性をディペンダビリティに近い概念とし、その下位にサービス信頼性を考えた。すなわち、

- ・ サービス信頼性 (service reliability) :

提供者が受容者に対し、与えられた条件の範囲で、与えられた期間、予定のサービスを支障なく遂行する能力。

サービス信頼性の下位要素はサービス接近性とサービス持続性に分けられるが、それらのトラブルは人・環境・人または人・環境・装置の三要素FMEA^{(8)・(9)}を用いて解析できることを紹介した。

サービス信頼性については、まだ開拓分野である。今後、多くの研究者や専門家の参加によって、発展することで、用語についても改善されていくことを期待している。

9. むすび

本稿は、現在検討中のJIS Z 8115の改正案を2000年に発行された現行のJIS Z 8115と比較しながら、信頼性用語の進んでいる方向を紹介した。現行JISは1990年発行のIEC 60050-191 Ed.1の信頼性用語を参照し、JIS改正案は2015年発行のIEC 60050-192 Ed.1を参照しているの、国際的な信頼性用語の動向とも一致していると思われる。

将来は人・ものに関わる無形のアイテムへの信頼性工学が発展する方向にあると思われる。IoT (Internet of Things) の時代の到来を迎えている現在、サービスの信頼性は本会にとっても看過できないテーマであると思われる。そこで、先行している通信や電力のシステムにおけるサービス信頼性の用語について紹介するとともに、一般のサービスへの拡張への試案も紹介した。これまでの信頼性工学はサービスの提供者(生産者、販売者など)の視点で確立されてきた傾向がある。今後は、サービスの受容者(特に個人の消費者)の視点での信頼性工学の構築が必要ではなかろうかと思う。

JIS改正案(IEV192)においても、消費者視点の信頼性関連用語とみなされるものはごく僅かであり、将来の課題として残される。

文 献

- (1) IEC 60050-191:1990 Ed.1, "International Electrotechnical Vocabulary chapter 191: Dependability and quality of service," 1990.
- (2) IEC 60050-192:2015 Ed.1, "International Electrotechnical Vocabulary part 192: Dependability," 2015.
- (3) JIS Z 8115:2000, "ディペンダビリティ (信頼性) 用語," 2000.
- (4) 益田昭彦, 西 干機, 後藤博之, 川島 興, "JIS Z 8115 ディペンダビリティ (信頼性) 用語改正の狙いと課題 (その1)," 信学技報, R2014-19, pp.31-36, Aug. 2014.
- (5) 川島 興, 益田昭彦, 西 干機, 後藤博之, "JIS Z 8115 ディペンダビリティ (信頼性) 用語改正の狙いと課題 (その2)," 信学技報, R2014-69, pp.25-28, Dec. 2014.
- (6) 益田昭彦, 西 干機, 後藤博之, 川島 興, 原田文明, "JIS 信頼性設計及び信頼性解析用語の最新動向 ~ JIS Z 8115 改正原案とIEC60050-192初版を比較して ~," 信学技報, R2015-21, pp.43-48, July 2015.
- (7) 益田昭彦, "サービスへの信頼性概念の拡張," 信学誌, vol.89, no.12, pp.1032-1039, Dec. 2006.
- (8) 益田昭彦, 岩瀬智之, 鈴木和幸, "信頼性・安全性解析のための人・環境・装置の三要素FMEA手法の開発," 品質, vol.29, no.1, pp.122-135, 1999.
- (9) JIS C 5750-4-3 :2011, "故障モード・影響解析(FMEA)の手順, 附属書JA," 2011.

(R 研究会提案, 平成27年12月23日受付
平成28年1月18日最終受付)

益田昭彦 (正員)

昭37横浜国大・工・電気卒, 平11電通大大学院博士課程了, 昭37日本電気株式会社入社。以来, 通信機器の品質管理, 信頼性技術, 生産技術に従事。平4CS品質推進部技師長, 平11帝京科学大教授, 平17同大学客員教授。現在, 信頼性七つ道具(R7)実践工房代表, 工博, 消費生活アドバイザー, 平16年度工業標準化事業大臣表彰功労者表彰, 平19IEEE Reliability Japan Chapter Award各受賞など, 著書(共著)「信頼性七つ道具(R7)」, 「新FMEA技法」, 「新FTA技法」, 「信頼性ハンドブック」など。