

## Ⅱ 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用寿命

### 1. システム機器

- 1. 1 閉そく装置(制御系)
- 1. 2 信号装置(信号灯器)
- 1. 3 連動装置
- 1. 4 CTC・PRC装置
- 1. 5 ATS・ATC・ATO地上装置
- 1. 6 踏切設備
- 1. 7 軌道回路
- 1. 8 諸設備
- 1. 9 監視装置
- 1.10 車上設備
- 1.11 その他

### 2. 電源機器

- 2. 1 直流電源
- 2. 2 交流電源
- 2. 3 配電盤・電源切替器
- 2. 4 軌道回路電源

2023年10月

株式会社京三製作所  
株式会社三工社  
大同信号株式会社  
株式会社てつでん  
東邦電機工業株式会社  
日本信号株式会社



## II 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用寿命

### 1. まえがき

本編は主に鉄道信号保安装置として使用されるシステム機器および電源機器(以下、機器と記す)の製品寿命の考え方について、まとめたものである。

第4版の検討書においては、部品の設計寿命から機器の耐用寿命を設定していたが、部品の劣化は環境に左右されることから、本質的には一律に耐用寿命を定めることは実態に合わなくなる。特に、沿線(空調なしの機器室、器具箱など)で使用している電子機器の部品については、異常気象や温暖化の影響を受けやすい。

また、すべての部品が検討書に記載の耐用寿命を全うできると誤解されていることが散見され、機器の耐用寿命については、実態に合った説明が求められている。

本編の改訂にあたって、現地で稼働しなくなった機器の削除や新しい機器の追加など、対象製品群を再整理するとともに、電子機器についての耐用寿命の考え方を鉄道総合技術研究所の開発した寿命評価手法<sup>1), 2)</sup>に基づき再考し、新しい推定方法を整理した。

ただし、振動の影響が大きい地上子と電源 ON・OFF の頻度の高い車上装置は除外するとともに、新しい推定方法で算出できない部品については、これまでの実績から見直すことにした。

### 2. 用語の定義

本編で用いる主な用語とその定義は次による。

- a) **システム機器**：信号機器、連動装置などの鉄道信号保安装置に使用される機器全般を指す。
- b) **電源機器**：機器に電源を供給する機器全般を指す。
- c) **MTBF**(Mean Time Between Failures：平均故障間隔)：故障から次の故障までの平均稼働時間のこと。
- d) **部品の設計寿命**：部品メーカーが設定するもので、想定した使用条件にマージンを考慮した部品の摩耗故障期を迎えるまでの期間
- e) **オーバーホール**(Overhaul)：一般的に分解整備・検査を行うという意味の言葉である。機器においては、摩耗故障期を迎えると想定される部品の交換や機器の清掃、調整および点検などを行うこと
- f) **B<sub>x</sub> ライフ**(Bearing Life)：部品総数に対して部品の累積故障数の割合が  $x$  [%]になるまでの期間のことで、元々の語源はベアリングメーカーが自社のベアリングの寿命を表す際に用いた記号とされている。
- g) **累積故障確率**：機器使用開始後の経過時間  $t$  において、その時点での総部品数に対する累積故障部品数の割合を示す。
- h) **信頼性試験**：製品が要求品質を満たしているかを確認する試験。信頼性とは、JIS Z 8115 において「アイテムが与えられた条件の下で、与えられた期間、故障せずに、要求どおりに遂行できる能力」と定義されている。
- i) **信頼性試験データ**：信頼性試験の条件などと結果のこと。たとえば、高温動作、連続通電、高温高湿バイアス、温度サイクル、保存試験(高温・高湿放置試験)の結果など。

- j) **ワイブル分布**：初期故障期、偶発故障期、摩耗故障期のこれら全ての故障分布にあてはめることができ、半導体デバイスの信頼度解析において最も広く用いられている。スウェーデンの W.Weibull によって、機械の破壊強度に対して提案された。
- k) **無償保証期間**：機器の初期不良（使用期間が短くユーザに過失がない場合の故障）が発生した際に、メーカーが無償で機器の修理や部品交換する期間のこと。
- l) **消耗品**：一定間隔もしくは機能不全時にユーザが交換する部品のこと。保証期間内であっても有償である。

### 3. 機器の耐用寿命

**機器の耐用寿命**とは、機器の故障が著しく増大し、機能が維持できなくなることや経済的に引き合わなくなるまでの期間のことである。

本検討書にて記載する耐用寿命は無償保証期間とは異なる考え方であり、無償保証期間は機器毎に別途定めるものである。

機器の耐用寿命を決定する要素は以下の3つが挙げられる。

- ①**機器構成要素の耐用寿命**：機器を構成している部品などが劣化し、機能・性能が満足できない状態や故障が頻発するまでの期間
- ②**機器の供給寿命**：部品の製造中止により修理や製品（予備品含む）の供給ができなくなるまでの期間
- ③**機器のサポート寿命**：機器の維持管理を行う環境、人員が確保できなくなるまでの期間

#### 3.1. 機器構成要素の耐用寿命

機器を構成する要素としては、部品とそれらを接続するプリント基板、電線、はんだ、コネクタ（以降、接続部と称す）などがある。これらの構成要素のうち、機器として設定されている最低限の寿命期間より短い寿命のものはオーバーホールや消耗品として交換することになるため、それ以外の構成要素の中で最も短い寿命期間が機器構成要素の耐用寿命となる。

##### (1) 部品の耐用寿命

部品が経過時間で故障する確率は、一般にバスタブカーブ（図 3.1 参照）と言われる曲線を描く。このバスタブカーブは、「初期故障期」、「偶発故障期」、「摩耗故障期」の3期間に大別される<sup>3)</sup>。

初期故障のほとんどは、部品メーカーや信号メーカーの製造工程内でスクリーニングされるが、スクリーニングしきれなかった部品は、稼働開始後に比較的短時間で故障が顕在化することがある。

偶発故障は、時間に対して一定の低い故障率で残るとされている。また、一部では、雷害などの外部要因を含めて偶発的な故障と呼ぶ場合もある。

摩耗故障は、部品を構成する材料の劣化などによって生じる故障であり、故障率は時間とともに増加する。部品の故障率が増加し、部品の故障総数が許容数を超える期間までを本編では**部品の耐用寿命**という。

なお、前述のように機器の耐用寿命は機器を構成する要素の故障率が著しく増大し、機能が維持できなくなることや経済的に引き合わなくなるまでの時間と定義した。すなわち、図 3.1 左図に示すように機器の耐用寿命は部品の摩耗故障期より前に設定することが重要であり、図 3.1 右図に示

すように機器の耐用寿命が部品の摩耗故障期に大きく入り込むと、故障率が著しく増大（故障数自体の増加が顕著化）することがわかる。

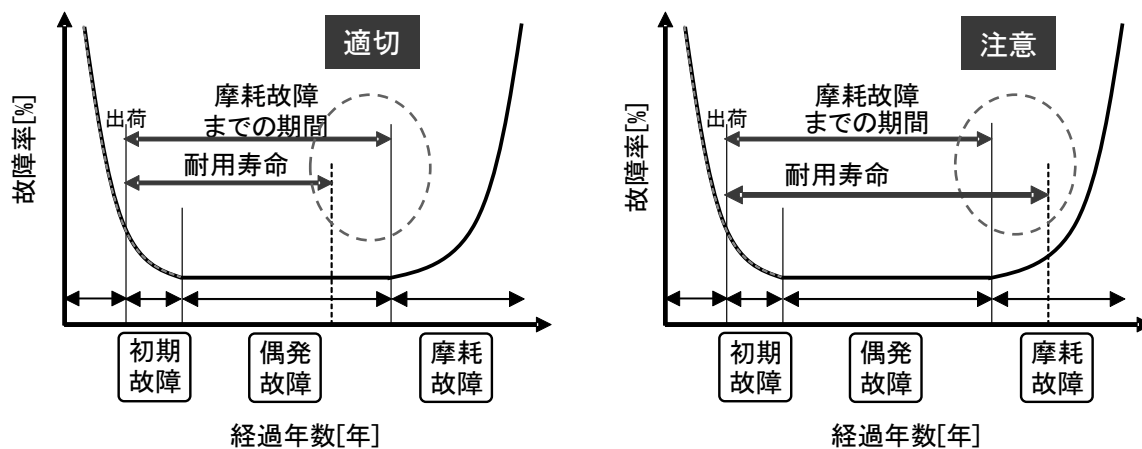


図 3.1 バスタブカーブと摩耗故障に着目した故障分布

信頼性工学で信頼度の対義である不信頼度（どの時点でどれくらいの割合で故障しているか）を求めることが可能である。その不信頼度の割合を示す尺度に Bx ライフという指標があり、たとえば部品の出荷した総数の内で 1 [%]が故障（累積故障確率 1 [%]）に至る経過年数を B1 ライフと定義している。

部品の劣化は環境条件や動作状態など（解説 3(1)項参照）のストレスによって進行する。劣化が進行するとやがて故障に至ることになるが、その故障モードは様々であり、故障モードごとに加速モデルが存在する。

Bx ライフは部品の信頼性試験の信頼水準とサンプル数から部品出荷総数（母集団）の不信頼度  $x_0$ （累積故障確率）を求め、故障モードと加速モデル、環境条件、動作状態から  $x_0$  に至る時間  $t_0$  を算出し、ワイブル分布にあてはめて計算することができる（解説 4.4 項参照）。なお、この計算は、あくまで摩耗故障期の推定であり、初期故障期と偶発故障期の累積故障確率は考慮していないことに注意が必要である（図 3.2 参照）。

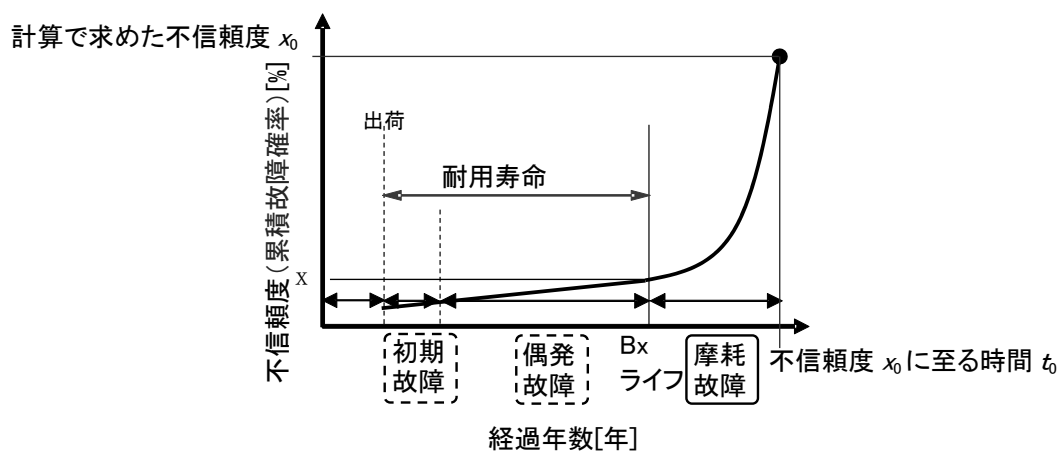


図 3.2 Bx ライフのイメージ図

部品の耐用寿命をこれまでと同様に数値化するため、前提条件とする使用環境条件を表 1 に示す。

表 1 使用環境条件

項目		設置場所	屋内		屋外 (器具箱)	車上
			空調有 (SH)	空調無 (電源室、RHほか)		
温度 [°C] ※1	周囲温度規格		+5~+35	-10~+45	-20~+60	-20~+60
	平均温度※2	設定温度		春：21.4	同左	—
				夏：29.0	同左	—
				秋：26.7	同左	—
				冬：18.3	同左	—
	平均温度差	なし		春：14.3	同左	—
				夏：11.7	同左	—
				秋：13.1	同左	—
			冬：16.8	同左	—	
相対湿度[%]※3 ただし結露が無いこと			30~90		30~95	90 以下
振動 ※4	加速度[m/s <sup>2</sup> ]		4.90		9.81	9.81
	振動周波数[Hz]		10~150		10~500	5~150

※1 温度については、国内各地点の季節ごとの平均温度と平均温度差における最大値を採用した。

※2 平均温度については器具箱内および部品の温度上昇も加味すること。

※3 トンネルなどの高湿環境でない場合は、機器動作状態において結露が生じることは稀である。

また、屋外に設置されている電子機器の基板にはコーティング処理が施されているため、湿度が寿命決定に与える影響は限られる。

※4 日本産業標準調査会：日本産業規格 JIS E 3014、1999 参照。

これまで使用してきた部品のうち、信頼性試験データと加速モデルが明らかな部品について、表 1 の条件をもとに B1 ライフを計算した。

ただし、これまで納めた部品の信頼性試験データを全て入手するのはかなり時間を要すること、既に製造中止している部品も多数あり、これらの信頼性試験データを入手するのは困難であった。したがって、改訂前の検討書第 4 版に記載の部品の寿命を基本とし、信頼性試験データなどを入手できた部品とこれまでの実績から見直しが必要な部品について改訂することにした。

表 2 にその結果を示す。なお、表 1 に示す条件の範囲を超える場合は、個別に本章の解説 3~4 項をもとに計算し直す必要がある。

また、各線区における最終的な部品の耐用寿命は、使用環境条件だけではなく、機器の使用数なども考慮して Bx ライフを示し、ユーザと協議して決定する必要がある。

## (2) 接続部の耐用寿命

接続部とはプリント基板や電線などの配線をはんだやコネクタによって接続する部分をいい、これらの寿命はそれぞれの種類や製造方法によっても異なる。

特に、はんだクラックについては、部品とはんだ、プリント基板の材質が異なることによる熱膨

張率の違いによって、温度変化の繰り返し応力で破壊されることが判明している<sup>2)</sup>。したがって、信号メーカーにおいて寿命を検証する必要がある。

### 3.2. 機器の供給寿命

部品については毎年のように製造中止が発生しており、その都度、主要部品を修理用に保管するとともに、プリント基板を設計変更するなどして互換性を維持している。また、製作ツールも OS (Operating System) のサポート中止などによって後継 OS に対応したソフト開発を実施し、機器の供給を維持している。

一方、機器に求められる要求として、高機能化や小型化、低消費電力化などがあり、モデルチェンジしながら進化させている。

これらのことから、同じモデルの機器を供給するには限界があり、さらに部品の製造中止などが続くと、保守に必要な部品やユニット、モジュールなどが供給できなくなる。そのような状況において、機器が故障した場合、そのモデルの保守は予備品を使用することになり、さらに予備品が枯渇すると供給寿命を迎えることになる。

したがって、信号メーカーは早期にユーザに最終リリースのアナウンスと情報の共有を行い、最終リリース時に充当する予備品の最終生産を計画的に実施することが望ましい。

### 3.3. 機器のサポート寿命

技術的サポートを行う人員には限りがあり、いずれは退職することも考慮する必要がある。技術的サポートの例としては、返戻修理、ソフトウェア改修、技術的な問い合わせが挙げられる。

サポート寿命は近年の人材の流動化に伴い、技術者の入れ替えと技術継承の終了によるものである。また、サポートに必要な信号メーカーの設備（ハウスマシン、ツールなど）にもシステム機器と同様に機器の耐用寿命があり、永久的に設備を保有することはできない。

### 3.4. オーバーホールについて

機器を構成する一部の部品において、機器の耐用寿命より短く、摩耗故障期が明確な部品を使用している場合には、その部品を定期的あるいは計画的に交換することによって、その機器が有する耐用寿命を確保することができる。

オーバーホールを一言でいうと、「すべてを分解しての検査・修理」となるが、信号保安装置の場合、機器の動作を止める時間は最小限にして作業を行う必要がある、その特異性から一般的なオーバーホールの考え方を踏襲できないことも多い。このことから、オーバーホールについてはユーザと信号メーカーの間で考えを共有し、計画的に実施することが望ましい。

従来の機器は、機器の耐用寿命より短い部品のうち、メーカーが交換する部品（オーバーホール交換部品）をプリント基板から取り外し、原則1回を限度として新しい部品に交換するという手法をとった。しかし、近年開発されている機器に対してこのような手法をとるのは困難である。従来機器に使用されているユニットは、現在と比較して部品の実装密度が低く、交換作業に必要なスペースが残されていたためである。また、主として挿入部品が使用されていたため、取り外しや実装が容易に実施できたこともこのようなオーバーホール手法が実施できた理由である。



近年の機器は、高機能・省スペースが求められていることから、部品が高密度に実装されており、使用されている部品も専用の機械での実装を前提とした構造・形態をしていることから、部品を手作業で交換することは困難である。その場合はユニットもしくは機器交換になることもユーザと共有すべきである。

また、機器を構成する部品が少なく、その主要となる部品が機器の耐用寿命を支配する場合は、部品交換の意味はなく部品交換の対象としないのが一般的で、この場合も機器交換となる。

### 3.5. 機器の耐用寿命の決定について

機器の耐用寿命は、機器構成要素の耐用寿命だけではなく、機器の供給寿命およびサポート寿命についても考慮する必要がある。

図 3.3 に機器構成要素の寿命（図中①-1）、供給寿命（図中②）、サポート寿命（図中③）の関係例を示す。

寿命が機器構成要素の耐用寿命未満となるオーバーホール対象部品（図中①-2）や消耗品（図中①-3）については、適宜交換を実施することにより、期待される耐用寿命で装置を使用することが可能となる。

一方で、供給寿命に着目すると、部品の製造中止や OS のサポート停止までの期間は機器構成要素の耐用寿命よりも短い期間であることが多く、部品の置き換え（図中②-1）やモデルチェンジ（図中④）を実施する必要がある。部品の互換性が無くプリント基板を変更する必要がある場合には、プリント基板改版までの期間の需要予測に基づき部品を先行購入し、プリント基板を改版する対応としている。ただし、受注見込みがない場合、改版が行われられない可能性があり、供給寿命が機器構成要素の耐用寿命よりも短くなることも考えられる。

また、サポート寿命についても、人員の確保（図中③-1）や、同じモデルの他線区への展開期間の課題がある。機器の共通化のため、同じモデルを他線区に展開しているが、モデルチェンジした場合は、以降は新規モデルを展開することになる。そのため、同じモデルで導入時期が異なる線区において、機器構成要素の耐用寿命としては満足できる期間であっても、サポート寿命を先に迎えてしまうことも考えられる（図中③-2）。



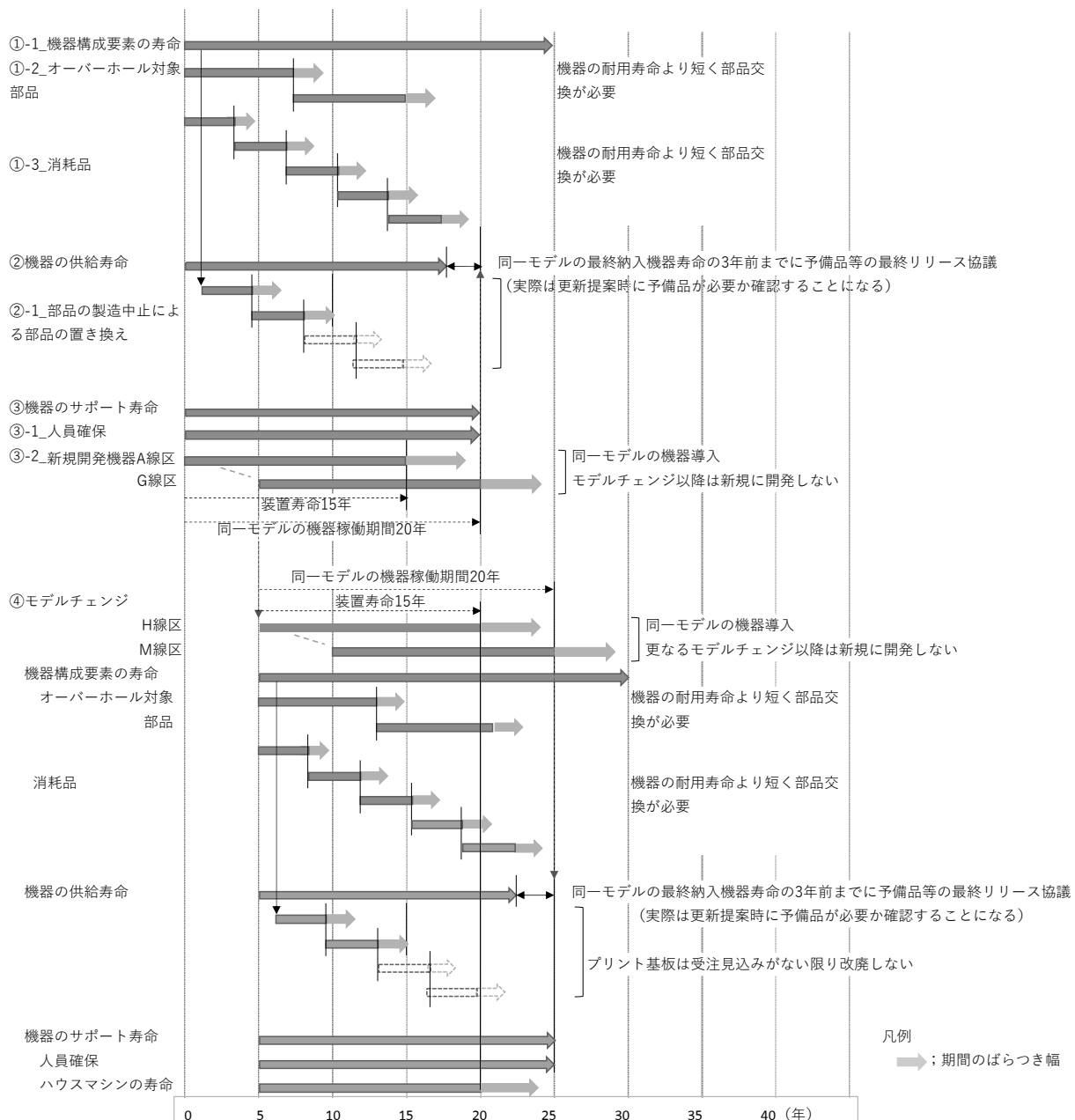


図 3.3 機器の耐用寿命の関係例

### 3.6. まとめ

機器の機能維持は、機器の故障が頻発せず、故障したとしても部品もしくは機器交換などが迅速にでき、なおかつ機器の維持管理に携わる信号メーカーの人員を保持できていなければならない。そのため、機器構成要素の耐用寿命、供給寿命、サポート寿命のどれかが欠けた時点でその機器は機能の維持管理が不可能になるため、これらのうちの最も短い期間が機器の耐用寿命になる。

機器構成要素の寿命が個々の機器ごとに定まるのに対し、供給寿命とサポート寿命は同じモデル全体で共通して定まる。そのため、機器の耐用寿命は同じモデルでも使用開始の時期によって供給寿命およびサポート寿命に影響されることになるので注意が必要である。

表 3 にシステム機器の耐用寿命、表 4 に電源機器の耐用寿命を示す。ただし、各システムで使用している汎用機器は除く。

部品寿命(表 2)と同様、表 1 に示す条件の範囲を超える場合には、システム機器の寿命に変動があることを留意する必要がある。

#### 4. 予備品について

予備品については、機器毎に運行への影響や保守性、経済性によって、保持する数量がユーザによって決定されている。

偶発故障期でも部品の故障は発生するため、特に単一系で構成している機器については、復旧時間を短くするために予備品の準備は必須である。

二重化などの冗長構成とした装置においても随時保守の考え方を採用しており、故障発生時の修復時間を 24 時間としてシステムの MTBF を計算しているため、予備品は必須である。

3.2 項でも述べたように、機器の供給寿命を考慮すると、機器の最終リリース時期に許容した Bx ライフにおける故障数を考慮して、予備品を確保することもユーザと協議する必要がある。

また、運用が終了し撤去された機器や部品を保持しておくことも、予備品の確保と経済的な負担軽減という観点から有効であるといえる。ただし、撤去品はすでに使用されており、新品と同様ではないことを留意する必要がある。

## 1. 機器の耐用寿命の見直しの必要性

第4版の検討書は部品の設計寿命から機器の耐用寿命を設定している。

部品メーカーは部品の設計寿命を設定してそれに見合う信頼性試験を実施しているが、一部の部品を除いて故障に至るまでの試験は行わず、信頼性試験を打ち切っている。そのため、部品の設計寿命は故障に至る時点よりも以前に設定されている。しかしながら、部品メーカーが想定しているより比較的余裕のある環境で使用した部品は、設計寿命を超えても明確な劣化などが見られないことが多い。

一方、第4版の検討書では、使用環境条件（温度、湿度、振動など）を定めているが、日本の環境は年々変化しており、特に、沿線の器具箱に設置する装置については器具箱の構造によって設定した使用環境条件を満足できない場合があり、耐用寿命に至る前に故障が多発することもある。

また、部品の故障メカニズムからは、定めた使用環境条件の上限が継続した場合や、上限と下限で変化した場合は耐用寿命を待たずに摩耗故障期に至る可能性もあり、使用環境条件についても見直すことにした。

## 2. 機器の機能低下防止と耐用寿命の決定について

すべての部品が耐用寿命を全うできると誤解されていることが散見されるが、部品の偶発故障は部品メーカー、信号メーカーともに防ぐことはできない。

装置の機能低下を避けるため、たとえば電子連動装置のような、二重化などの冗長構成とした装置については、部品の故障率と修復時間から平均故障間隔（MTBF）を算出して、 $10^6$ 時間以上（旧JRSで規定）を目標に機器を構築している。

ただし、使用している部品の故障率は偶発故障期の故障率であることから、摩耗故障期になると部品の故障率はさらに増加するため、予備品が枯渇して修復が追いつかずに機能低下に至る事態になりかねない（列車運行に多大な影響を与える可能性が高まる）。

そのため、耐用寿命の考え方を明確にして、ユーザと信号メーカーはこれを共有して、摩耗故障期での許容可能な故障率（累積故障確率）や予備品の数量について決定する必要がある。

## 3. 部品の不信頼度関数による耐用寿命の考え方

### (1) 部品の劣化特性を決める要因

温度・湿度などの環境ストレスや動作電圧・電流などの動作ストレス（電源のオンオフ頻度やフォトカプラのオン時間などの動作シーケンス含む）が挙げられる。屋内（空調ありの機器室）および沿線に設置される電子機器に対するストレス要因を解説-表1に示す<sup>2)</sup>。

解説-表 1 屋内および沿線に設置される電子機器に対するストレス要因

No.	大別	要因分類		屋内電子機器環境 (想定)		沿線電子機器環境 (想定)	
		要因 1	要因 2				
1	環境 ストレス	熱的要因	定常温度	○	機器室 25℃	○	設置環境による
2			温度変化	×	なし	○	設置環境による
3		電氣的要因	電磁気・サージ	△	外部要因として整理	△	外部要因として整理
4			周囲環境要因	雰囲気	×	良好	○
5		水分(湿度)		×	良好(30~50%程度)	○	設置環境による
6		機械的要因		振動、衝撃	×	なし	○
7			曲げ、疲労	×	なし	×	なし
8	動作 ストレス	電氣的要因	電圧	○	回路による	○	回路による
9			電流負荷	○	回路による	○	回路による

【凡例】○：考慮すべき要因、△：場合により考慮すべき要因、×：考慮の必要なし

解説-表 1 に示すように、屋内電子機器はストレス要因が限定的であるのに対して、沿線電子機器はストレス要因が多岐にわたる。

環境ストレス要因について、JEITA IT-1004<sup>4)</sup>を参考に機器への影響を整理した結果を解説-表 2 に示す。

解説-表 2 環境ストレス要因による機器への影響

ストレス要因	区分	機器への影響
温湿度 No. 1、2、5	高温環境	寿命の低下(さび・腐食の進行)
	低温環境	誤作動、グリースの性能低下
	高湿環境	電食、さび・腐食の進行、絶縁低下
	低湿環境	静電気放電による誤作動・故障
	温度変化	高湿時に結露と汚損による電食・誤動作(高湿時はわずかな温度変化で結露を生じる)、熱疲労によるクラック
雰囲気 No. 4	SO <sub>2</sub> (二酸化硫黄)	腐食
	H <sub>2</sub> S(硫化水素)	リレーへの影響(メカノケミカル反応、ウイスカ)、接触部品の信頼性に影響
	NO <sub>x</sub> (窒素酸化物)	ゴム製品の劣化
	Cl <sub>2</sub> (塩素)	腐食、ゴム・プラスチック製品の劣化
	NH <sub>3</sub> (アンモニア)	黄銅の応力腐食割れ
振動 No. 6	—	接点類の接触不良、はんだ付け部のはがれ、配線・コネクタのはずれ・断線、締結部の緩み、部品の脱落・摩耗・破損など

沿線電子機器が設置される環境において、温湿度、腐食性ガス、振動を測定した結果、一般的な使用環境においては温湿度のみを対象にすればよいことが報告されている<sup>2)</sup>(解説-表 3 参照)。

解説-表 3 電子機器寿命への各環境ストレス要因の影響

ストレス要因	対象規格	測定値例	影響
温度	JIS E 3019	屋外：-20~60℃ 範囲内であるが変化幅 0~20℃ 温度変化：Max 0.5℃/min	大
湿度	JIS E 3017 湿気試験 90%以上において試験(結露なし) ただし、範囲の規定なし	屋外：30~95%RH 変動あり	大
振動	JIS E 3014 2種以下	屋外：9.81m/s <sup>2</sup> 以下	小
雰囲気 腐食性ガス	濃度：IEC 60721-3-3 腐食速度：ANSI/ISA 71.04	SO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> S、Cl <sub>2</sub> 、HCl の濃度：基準以下 銀の腐食速度：基準値以下	小

(2)劣化要因による加速モデル

部品の劣化による故障メカニズムに対して、劣化要因による加速モデルが部品メーカーから提案されており、JEITA規格にも記載されている。解説-表4にJEITA EDR 4704B<sup>3)</sup>の加速モデル式および部品メーカーから提示された加速モデル式と、故障メカニズムおよび解説-表1のストレス要因の関係例を示す<sup>2)</sup>。

解説-表4 部品における加速モデル式および故障メカニズムとストレス要因の関係例

No.	部品	構成部材	加速モデル	故障メカニズム	解説-表1 ストレス要因対応
(1)式	IC類	配線	$AF_{EM} = \left(\frac{J_1}{J_2}\right)^{-n} \exp\left[\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right]$	エレクトロマイグレーション	No. 1 No. 9
(2)式	IC類	半導体	$AF_{TDDB-Vg} = \exp\left[\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) - \gamma(V_1 - V_2)\right]$	酸化膜経時破壊	No. 1 No. 8
(3)式	IC類	樹脂	$AF_{VP} = \left(\frac{V_{p2}}{V_{p1}}\right)^n$	封止樹脂耐湿性	No. 5
(4)式	IC類	樹脂	$AF_{HT} = AF_H \cdot AF_T = \left(\frac{RH_2}{RH_1}\right)^n \cdot \exp\left[\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right]$	封止樹脂耐湿性	No. 1 No. 5
(5)式	IC類	配線・樹脂	$AF_{\Delta T} = \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)^n$	接合部・封止樹脂クラック	No. 2
(6)式	固体高分子電解コンデンサ	電極	$AF_{OS-CON} = 10^{\left(\frac{T_2-T_1}{20}\right)}$	容量低下	No. 1
(7)式	アルミ電解コンデンサ	電極	$AF_{AE-CON} = 2^{\left(\frac{T_2-T_1}{10}\right)}$	容量低下	No. 1
(8)式	フォトカプラ	半導体・LED	$AF_{Back} = \left(\frac{J_1}{J_2}\right)^{-n} \exp\left[\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right]$	輝度・伝達率低下	No. 1 No. 9

【凡例】  $E_a$ : 活性化エネルギー、 $k$ : ボルツマン定数、 $T_1$ : 実使用環境下の温度、 $T_2$ : 加速試験環境下の温度、 $n$ : 加速係数、 $J_1$ : 実使用環境下の電流密度、 $J_2$ : 加速試験環境下の電流密度、 $\gamma$ : 電界加速パラメータ、 $V_1$ : 実使用環境下での印加電圧、 $V_2$ : 加速試験環境下での印加電圧、 $V_{p1}$ : 実使用環境下での絶対水蒸気圧、 $V_{p2}$ : 加速試験環境下での絶対水蒸気圧、 $RH_1$ : 実使用環境下での相対湿度、 $RH_2$ : 加速試験環境下での相対湿度

(3) 抜取試験の確からしさ

寿命や耐量を調べる試験は、抜取試験で母集団の寿命や耐量の分布を予測している。その際、抜取試験結果の確からしさを検討する必要がある。

母集団に故障品が含まれている確率（不信頼度） $F$ の場合、 $n$ 個の試料を抜き取った際に  $x$ 個の故障品が抜き取られる確率  $p$ は、式(1)で表わされる。

$$p = {}_n C_x \cdot F^x \cdot (1 - F)^{n-x} \dots \dots \dots (1)$$

$n$ 個の抜取試料のうち  $r$ 個以下の故障品が含まれる確率  $P$ は式(2)で表わされる。

$$P = \sum_{x=0}^r p = \sum_{x=0}^r {}_n C_x \cdot F^x \cdot (1 - F)^{n-x} \dots \dots \dots (2)$$

この  $P$ が、 $r$ 個を超える故障が確認された際に不合格と判定する試験において、良品サンプルを多く抜き取ってしまい、誤って合格と判断する確率を表わしている。すなわち、試験結果に対する判断の確からしさである信頼水準  $CL$  (Confidential Level)とは、式(3)の関係になる。

$$1 - CL = P = \sum_{x=0}^r p = \sum_{x=0}^r {}_n C_x \cdot F^x \cdot (1 - F)^{n-x} \dots \dots \dots (3)$$

式(3)において  $r = 0$ であれば、式(4)の関係が得られる。

$$1 - CL = (1 - F)^n \dots \dots \dots (4)$$

故障0個の試験結果が得られたときの、母集団の不信頼度  $F$ は式(5)で導かれる。

$$F = 1 - (1 - CL)^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (5)$$

【参考】

信頼水準  $CL$  と不信頼度  $F$  を仮定すれば、必要な試料数  $n$  を求める式(6)が得られる。

$$n = \frac{\text{Ln}(1 - CL)}{\text{Ln}(1 - F)} \dots \dots \dots (6)$$

(4) ワイブル分布と不信頼度関数の関係

一般的に、工業製品の故障率の時間的変化は、ワイブル分布の形状パラメータ  $m$  <sup>注1)</sup> の推定値から、 $m < 1$  のとき初期故障型、 $m = 1$  のとき偶発故障型、 $m > 1$  のとき摩耗故障型の3パターンに大別される。

本編で用いるのは、 $m > 1$  のときの摩耗故障型である。

ワイブル分布の信頼度関数  $R(t)$  は、各時点における劣化の割合、すなわち故障率  $\lambda(t)$  とすると、以下のように表わされる。

$$R(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(t) dt\right) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^m} \dots \dots \dots (7)$$

ここで、 $\eta$  は尺度パラメータ <sup>注2)</sup>、 $\gamma$  は位置パラメータ <sup>注3)</sup> と呼ばれている。

注1) 形状パラメータ(shape parameter)  $m$

ワイブル確率紙において、縦軸  $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ 、横軸  $\ln(t)$  としたときの傾きのこと。故障確率密度関数  $f(t)$  の形状に大きく影響する。ワイブル分布は  $m$  値によって、バスタブカーブの全領域を記述し、さらに、対数正規分布や正規分布も近似することが可能である。

注2) 尺度パラメータ(scale parameter)  $\eta$

故障数の発生速度（故障率の時間的な分布の広がり）を表わす。

注3) 位置パラメータ(location parameter)  $\gamma$

観測の開始時点と故障メカニズムの開始時点の時間的なずれのこと。試験開始時点から故障の起こる確率が0でない場合は、 $\gamma = 0$  とする。

また、信頼度関数  $R(t)$  と不信頼度関数  $F(t)$  との関係は以下のようなになる。

$$R(t) = 1 - F(t) \dots \dots \dots (8)$$

よって、式(7)・(8)から、不信頼度関数  $F(t)$  と  $\eta$  との関係は以下のようなになる。

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^m} = 1 - F(t) \\ \therefore -\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^m &= \ln(1 - F(t)) \\ \therefore \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right) &= \left\{ \ln\left(\frac{1}{(1 - F(t))}\right) \right\}^{\frac{1}{m}} \end{aligned}$$

$\gamma = 0$  とすると

$$\eta = t \times \left\{ \ln\left(\frac{1}{(1 - F(t))}\right) \right\}^{-\frac{1}{m}} \dots \dots \dots (9)$$

ここで、計量抜取試験結果で得られた故障判定規格に対する不適合率は、試験時間  $t_{\text{test}}$  における信頼度（累積故障確率） $F(t)$ に相当する。

よって、(3)項で算出した信頼度式(5)を式(9)に代入してこのときの  $\eta_{\text{test}}$  を算出すると、以下のようになる。

$$\eta_{\text{test}} = t_{\text{test}} \times \left\{ \ln \left( \frac{1}{\left( 1 - \left( 1 - (1 - CL)^{\frac{1}{n}} \right) \right)} \right) \right\}^{\frac{1}{m}} \dots \dots \dots (10)$$

(5) 加速係数と試験時間から使用環境における尺度パラメータ  $\eta_e$  [y]を算出  
 解説-表 4 の式と信頼性試験データの劣化要因から加速係数  $AF$ を計算する。  
 試験時間に加速係数  $AF$ をかけた値が使用環境下での経過時間  $th$ になる。

$$\text{使用環境下での経過時間 } th \text{ [h]} = AF \times \text{試験時間[h]}$$

$$\text{使用環境下での経過年数 } ty \text{ [y]} = \frac{AF \times \text{試験時間}}{365 \times 24} \text{ [y]}$$

よって、そのときの尺度パラメータ  $\eta_e$  [y]は式(11)のようになる。

$$\eta_e \text{ [y]} = \text{使用環境下での経過年数 } ty \text{ [y]} \times \left\{ \ln \left( \frac{1}{\left( 1 - \left( 1 - (1 - CL)^{\frac{1}{n}} \right) \right)} \right) \right\}^{\frac{1}{m}} \dots \dots \dots (11)$$

※季節（四季）ごとの加速係数と試験時間から尺度パラメータを算出する場合

季節ごとに温度や湿度は変化するため、季節ごとに加速係数を算出した方がより正確に予測が可能になる。

季節ごとの加速条件を加速係数  $AF$  の式に代入して算出し、1/4 年ごとの時間を、算出した季節ごとの加速係数  $AF_x$ で割り、これらを加算して1年分の時間相当[h/y]とする。

試験時間から1年分の時間相当[h/y] で割り、使用環境下での経過年数  $ty$ に換算し、式(11)に代入する。

$$1 \text{ 年分の時間相当 [h/y]} = 365 \times 24 \times \frac{1}{4} \left( \frac{1}{AF1} + \frac{1}{AF2} + \frac{1}{AF3} + \frac{1}{AF4} \right)$$

$$\text{使用環境下での経過年数 } ty \text{ [y]} = \frac{\text{試験時間[h]}}{1 \text{ 年分の時間相当 [h/y]}}$$

※ $AF_x=AF1$  は春、 $AF_x=AF2$ は夏、 $AF_x=AF3$ は秋、 $AF_x=AF4$ は冬の加速係数

(6) 尺度パラメータ  $\eta_e$ から求める希望累積故障確率に達する年数  $B_x$  を算出

式(11)で求めた尺度パラメータ  $\eta_e$  [y]から、希望累積故障確率  $x$  [%]に達する年数を算出するため、式(9)を  $t$ について整理すると式(12)のようになる。

$$t = \eta \times \left\{ \ln \left( \frac{1}{(1 - F(t))} \right) \right\}^{\frac{1}{m}} \dots \dots \dots (12)$$



ここで、 $F(t)$ は累積故障確率であり、希望累積故障確率を  $x$  [%]とすると、 $F(t)=x/100$  であることから、これらを式(12)に代入すると式(13)のようになる。

$$B(x)\text{ライフ}[y] = \eta[y] \times \left\{ \ln \left( \frac{1}{\left(1 - \frac{x}{100}\right)} \right) \right\}^{\frac{1}{m}} \dots \dots \dots (13)$$

式(13)の  $\eta$  に式(11)で求めた  $\eta_e$  の値を代入して、希望累積故障確率  $x$  [%]に達する年数  $Bx$  ライフ [年]が算出できる。

#### 4. 機器構成要素の耐用寿命の評価方法

部品メーカーは部品の設計寿命を設定してそれに見合う信頼性試験を実施している。  
この信頼性試験データと機器の使用環境や電氣的動作条件をもとに  $Bx$  ライフを計算する。

##### 4.1. 機器の使用環境の把握

環境によって機器の耐用寿命は変わるので、使用環境の把握が必要である。使用環境によっては、機器の耐用寿命は本章の表 2 より長くも短くもなることに注意が必要である。

##### 4.2. 機器の主機能に影響する部品の抽出

機器を構成する部品は、その部品が使用されている回路やユニットによって故障の影響度が異なる。そのため故障の影響度を段階的に分け、主機能に影響するものを抽出する。

部品の故障による影響度を解説-表 5 に示す。部品の故障が機器の主機能に影響を与えるものと与えないものがあるが、機器の耐用寿命を評価するにあたっては、主機能に影響がある部品の寿命を機器の耐用寿命ととらえることが可能である。したがって、影響度が表に示すレベル 2 以上であれば耐用寿命の評価対象となる。また、レベル 1 のような故障は顕在化しないことが多く、故障が耐用寿命に結びつくと断定できないが、部品の種別を考慮した上で寿命の評価対象とするか判定を行う。

解説-表 5 部品の故障による影響度

レベル	影響度	事例
0	影響なし	機能に影響を与えない故障 (表示 LED など)
1	動作不安定	ユニット動作が不安定になる故障 (IC のバイパスコンデンサなど)
2	部分機能停止	回路ブロックが機能停止となるが、ユニットや機器の機能は継続する故障 (通信、入出力回路など)
3	ユニット停止	ユニット基板が機能停止となるが、機器の機能は継続する故障
4	当該系停止	系全体が機能停止となるが、機器の機能が継続する故障
5	全機能停止	機器全体が機能停止となる故障

### 4.3. 抽出した電子部品の試験・使用条件およびストレス要因の把握

寿命の評価対象として抽出された部品の信頼性試験データを入手し、試験条件を把握する。また、機器としての実使用環境において、どのようなストレスが部品にかかっているのかを推定・測定し、定量化する。

たとえば、使用環境温度は多少の誤差は含むが、気象庁により公開されている観測値から推定する手法も考えられる。

### 4.4. 加速モデルによる累積故障確率の推定

電子部品の寿命を予測するためには、故障に至るまでの劣化の仕組み（故障メカニズム）と、劣化の促進度合いを示す加速モデル（解説-表4に代表的なモデルを記載）を明確にする必要がある。

加速モデルを用いることにより、実際より厳しい環境条件（たとえば、高温、高湿など）で劣化を促進させる加速試験によって、部品の寿命を検証することができる。部品メーカーからは信頼性試験データが提供されているが、ほとんどの場合、一定の期間、性能を維持できるかを検証する目的で実施された信頼性適合試験データである。信頼性適合試験データは、実際に部品が故障するまでの試験ではないため、そのままでは寿命評価に活用できない。

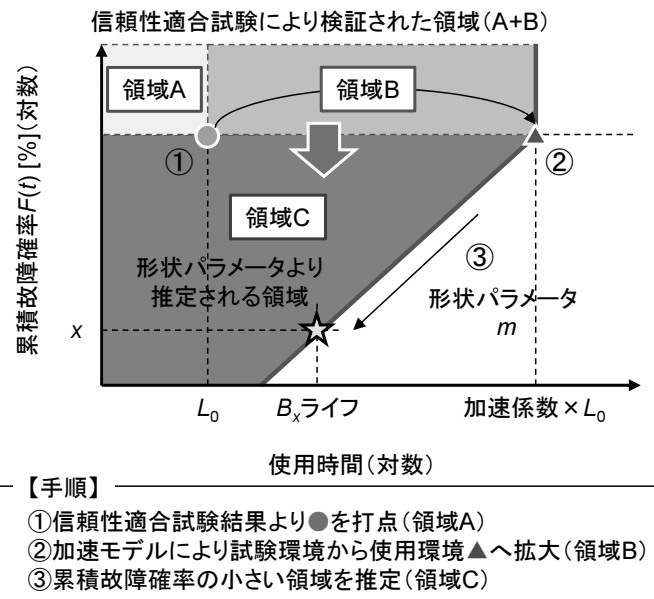
そこで、別の試験を行うことなく、現状の部品メーカーが提供する信頼性適合試験データから、寿命評価を行うことにした（解説-図1）。

はじめに、部品メーカーによる信頼性試験データに対して抜取検査の考え方を適用し、試料数、故障数などから統計的に妥当と見なせる累積故障確率を推定する（解説-図1 手順①（領域A））。

次に、加速モデルに基づき試験環境での検証時間を実際の使用環境での時間に換算する（解説-図1 手順②（領域Bの推定））。

最後に、ユーザが要求する許容できる累積故障確率となる  $Bx$  ライフを推定する（解説-図1 手順③（領域Cの推定））。手順③では、本来、使用時間と累積故障確率の関係を表す故障分布モデルが必要となるが、型式ごとの部品に対する故障分布モデルは、故障するまでの試験を個々に実施しないと得られない。それに代わる方法として、部品毎の故障分布モデルの中から最も安全側となるケース（経験値の中での形状パラメータ  $m$  の最小値：解説-図1において傾きが最も緩くなる側）を適用し、許容できる累積故障確率となる  $Bx$  ライフを計算する。

これにより、机上計算のみで寿命評価を行うことが可能になる。なお、部品の複合機器（たとえばDC/DCコンバータなど）については、構成部品全ての信頼性試験データを部品メーカーから提示してもらうのは困難であることから、製作メーカーに寿命を決定する部品およびその部品の信頼性試験データを提示してもらい、耐用寿命を評価することが現実的である。

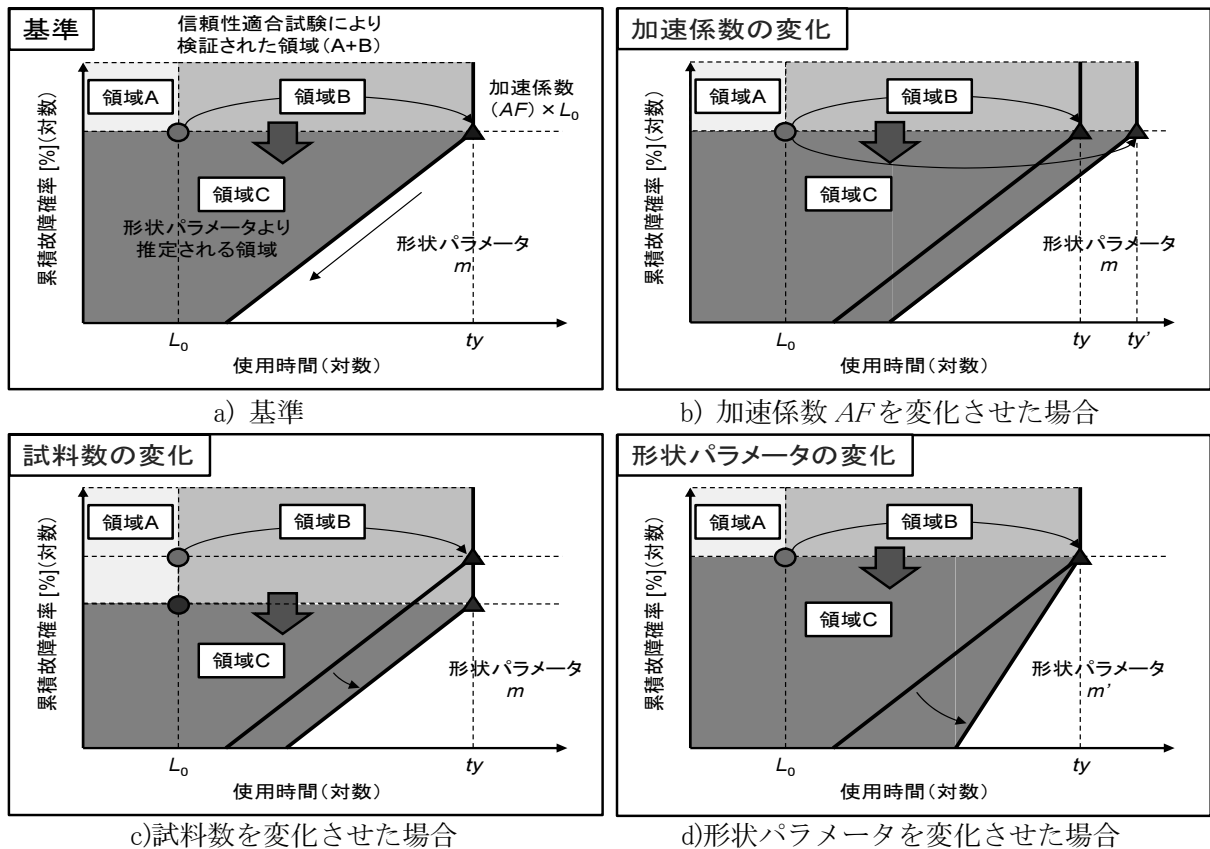


解説-図 1  $B_x$  ライフの推定手順

なお、各パラメータと予測寿命推定領域の関係を解説-図 2 に示す。

解説-図 2 a)の各パラメータを基準にして、解説-図 2 b)に加速係数  $AF$  を変化させた場合、解説-図 2 c)に試料数を変化させた場合、解説-図 2 d)に形状パラメータを変化させた場合の予測寿命推定領域の変化を示す。

注意点としては、領域 B の時間  $t_y$  は信頼性試験における加速係数を増加させない限りは長くない。よって、3 項式(10)で求めた、信頼水準と試料数から算出した不信頼度  $F$  [%] より大きい累積故障確率 ( $B_x$  ライフの  $x$  [%]) については試験されていないので、 $F$  が求める  $x$  [%] より小さい場合は、 $B_x$  ライフは  $t_y$  [y] 以上と表現せざるを得ない点である。



解説-図2 各パラメータと予測寿命推定領域の関係図

#### 4.5. 得られた累積故障確率に基づく部品の耐用寿命の設定

部品の耐用寿命は一意に求められるものではなく、導入計画時において、機器の使用台数や許容する累積故障確率をユーザと協議することによって決める必要がある。

#### 4.6 はんだ接合部の加速モデルによる寿命の推定

部品の配置や取り付け方法は機器の種類ごとに異なることから、機器に対して加速試験を実施し、寿命を予測する。

部品と基板の接合部のはんだは、振動および温度サイクルによってクラックを生じる。ただし、振動については JIS E 3014 2 種の基準以下での使用の場合、一般的に電子部品に対してはほとんど影響なく、温度サイクルの影響が支配的であることが示されている<sup>2)</sup>。

したがって、式(14)の修正 Coffin-Manson 則を活用して、実使用環境における耐用寿命までの温度サイクル加速試験を実施して評価する。

$$AF = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^m \times \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)^{-n} \times \exp\left[\frac{Ea}{k} \times \left(\frac{1}{T_{1max}} - \frac{1}{T_{2max}}\right)\right] \dots \dots \dots (14)$$

- $f_1$ : 使用サイクル数 (回/日)     $f_2$ : 試験サイクル数 (回/日)
- $T_{1max}$ : 使用上限温度 (K)     $T_{2max}$ : 試験上限温度 (K)
- $\Delta T_1$ : 使用温度差     $\Delta T_2$ : 試験温度差
- Ea: 活性化エネルギー    k: ボルツマン定数
- $m, n$ : 係数

## 5. 個別環境の確認

4 項で述べた機器構成要素の耐用寿命は、いくつかの前提条件のもとに評価を行っている。

本章表 1 に記載の条件は、代表として 2017 年 3 月 1 日～2018 年 2 月 28 日の気象庁観測データから採用しており、温度については北海道～沖縄までの各地点の季節ごとの平均温度と平均温度差の最大値であるのもそのひとつである。

しかしながら、実際の使用環境は設置場所などが異なるため、定期的に、機器に汚れや埃、結露、腐食などがいないか確認することと、温湿度や振動などのストレス要因を測定することを推奨する。

稼働中の機器の状態や環境を把握することは、故障による障害の予防に有効である。使用環境の確認結果や、機器の状態を定期的にユーザと信号メーカーが共有することも重要である。

なお、空調設備のある屋内の温度設定については、たとえば、夏季は 25℃、冬季は 15℃とするなど、季節によって設定を変更するなどの工夫により、省電力化とともに部品寿命を延ばすことも可能である。

## 6. 汎用機器

現場で経験的に故障が観測される機器として、扱い所や機器室などに使用している汎用機器（パソコン関係）が挙げられる。一般的にもプリンタ、記憶媒体、ディスプレイは有寿命部品とされている。

これらの機器は、代替可能な機器と位置づけられることや、主とする機能が保全支援や表示であり、信号保安装置として重要な部位ではないことから、耐用寿命の評価対象にはしないことにした。

しかし、これらの機器が無いとユーザも信号メーカーも保守していくことが難しく、信号保安装置を稼働、運用させることが困難となる。

事実、代替機器の供給性不良が生じた事例は多く、開発コストの問題や、当該モデルの廃止の一因となる事態が発生している。したがって、本章 3.2 項で述べたとおり、最終リリース時の充当予備を計画的に実施する必要がある。

### 【参考文献】

- 1) 藤田浩由、丹羽順一、新井英樹：摩耗故障による電子連動装置の寿命予測に関する考察、電気学会交通・電気鉄道研究会、TER-17-006、2017
- 2) 藤田浩由、野村拓也、国崎愛子：信号用電子機器の耐用寿命決定手法に関する考察、電気学会交通・電気鉄道研究会、TER-21-036、2021
- 3) 電子情報技術産業協会：半導体デバイスの加速寿命試験運用ガイドライン、JEITA EDR-4704B、2020
- 4) 電子情報技術産業協会：産業用情報処理・制御機器設置環境基準、JEITA IT-1004、2007

表2 部品および汎用部品の耐用寿命

No.	品名	部品の耐用寿命			記事
		屋内(空調有)	屋内(空調無)	屋外・器具箱	
		7~10年	6~9年	5~8年	
1	アルミ電解コンデンサ(電解液タイプ)	大型 大型(長寿命) 小型 一般用 電力用	7~10年 7~15年 15年~20年 10~15年	5~8年 7~15年 10年~20年 10年	封口材劣化による電解液の蒸散や電極の酸化、液漏れなどの要素を考慮する必要があるため、最大寿命は15年とすことが、部品メーカーから提示されている。
2	フィルムコンデンサ		20年	10~15年	
3	ソリッドタンタルコンデンサ		20年	20年	
4	セラミックコンデンサ		15年	15年	封口材劣化による電極の酸化などの要素を考慮する必要があるため、最大寿命は15年とすことが、部品メーカーから提示されている。
5	導電性高分子電解コンデンサ		20年	20年	
6	水晶発振器		20年	10年~	
7	半導体(フォトカプラ、フォトモスリレーなど光素子を除く)		10年~20年	10年	
8	フォトカプラ		10年~20年	10年	
9	フォトモスリレー		10年~20年	10年	
10	光リソク/半導体付き光コード		8年~20年	8年	
11	ホーロー抵抗(セメント抵抗)		20年	20年	構造により寿命が大きく左右される。(スライダタイプは短命となる。)
12	金属皮膜抵抗		20年	20年	
13	可変抵抗		10年~	10年~	動作回数に制限がある
14	スイッチ		10年~	10年~	動作回数に制限がある
15	汎用小型リレー		7年~	7~10年	動作回数に制限がある
16	汎用タイマ		7年~	7~10年	動作回数に制限がある
17	電磁接軸器		7年~	7~10年	動作回数に制限がある
18	AC/DCコンバータ		8~15年	7~15年	電解コンデンサを使用していない場合は20年
19	DC/DCコンバータ		8~15年	7~15年	電解コンデンサを使用していない場合は20年
20	変圧器・リアクトル(コイル)		15年~20年	15年~20年	
21	コネクタ		15年~	15年	挿抜回数に制限がある
22	プリント基板		15~20年	15~20年	プリント基板を挿抜する場合、挿抜回数が多いものは短命となる。
23	配線用遮断器		15年~	15年	動作回数に制限がある
24	電線・ケーブル		20~30年	15~20年	注5
25	光コード・光ケーブル		20~30年	15~20年	注5
26	端子台		30年	15~20年	材料により異なる。 オバーホール時などに増し締めが必要な材質あり(部品交換は不要。ただし、市販品の場合はメーカーの仕様による。塩害地域を除く。表面処理や材質による。材料により異なる。)
27	計器類		15年	10年~	
28	板金		20年~	10年~	
29	モールド材		10年~	10年~	
30	パソコン及び周辺機器		5年	規定できない	種類により、寿命が異なる。 なお、生産中止等により同一機種への変更が行えない場合、ハードウェア交換以外にソフトウェア変更(OSや各種ドライバのバージョン違いによる変更が発生する可能性がある。)
31	ストレージデバイス(記憶装置)		3年	規定できない	設置環境及び稼働時間、アクセス回数により寿命が大きく左右される。
32	表示器(液晶・タッチパネル)		3年	規定できない	種類、使用頻度および点灯時間により寿命が異なる。
33	プリンタ		5年	規定できない	種類、使用頻度により寿命が異なる。なお、生産中止等により同一機種への変更が行えない場合、代替機種のドライバーがOSに対応していない場合がある。
34	ネットワーク機器(HUB等)		5年	規定できない	種類により寿命が異なる。
35	2次電池		2~5年	規定できない	種類により寿命が異なる。
36	鉛蓄電池		7~8年	規定できない	種類により寿命が異なる。
37	ヒューズ		5~8年	規定できない	放電回数に寿命は左右される。(劣化表示があるものはそれに従う。)
38	保安器		規定できない	4~6年	蓄電池は2.5~3年で交換を推奨する。
39	汎用UPS		規定できない	規定できない	種類により寿命が異なる。
40	ファン		規定できない	規定できない	種類により寿命が異なる。
41	表示灯(LED・電球)		規定できない	規定できない	寿命は点灯時間による。また、種類により異なるため規定できない。

注1.表2に記載の電子部品の寿命は本文表1の使用環境条件におけるB1ライフの値である。寿命より短い期間における故障はほとんどが偶発故障は部品メーカー、信号メーカーともに防ぐことはできない。  
 注2.振動の影響が大きい地上子と車上装置については第4版から変更していない。  
 注3.寿命の新しい評価方法で算出できていない部品については、これまでの実績から一部修正した。  
 注4.寿命に幅があるのは使用部品の種類が異なる場合を考慮しており、値については信号メーカーに確認のこと。  
 注5.一般社団法人日本電線工業会、絶縁電線専門委員会、技術資料 技資第107号「電線・ケーブルの耐用年数について」平成元年6月による。

表3 システム機器の耐用寿命(1/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
1	閉そく装置 (制御系)	代用保安装置 (車軸式列車数 カウンタ・TCB)	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年		
		電子閉そく装置 (地上)	屋内 (空調無)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年		
2	信号装置 (信号灯器)	移動禁止合図器・表示器	屋外	電球	点灯時間による	-	-		10~15年	信号電球寿命による
		移動禁止合図器・表示器 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-		10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)
		入換信号機識別標識	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-	10~15年	信号電球寿命による
		入換信号機識別標識 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	-	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)
		入換信号機識別標識 (LED-N形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	-	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)
		入換標識(線路表示式)	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-	10~15年	信号電球寿命による 製造中止
		入換標識(線路表示式) (伝送形・LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	-	10~15年	LEDは10万時間
		入換標識 (伝送形・LED形)	屋外	-	-	-	-	6~10年	10~15年	
		入換標識 線路表示器 (LED-N形)	屋外	-	-	※2	-	6~10年	10~15年	LEDの寿命は点灯時間による 内部に実装するS/P変換部は 除く
		限界表示灯	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-		10~15年
け	限界表示灯 (LED形)	限界表示灯	屋外	LEDユニット ※3	点灯時間による	-	-		5~10年	LEDは3~7万時間 (種類による)
		出発反応標識	屋外	電球	点灯時間による	-	-		10~15年	信号電球寿命による 製造中止
し	出発反応標識 (LED形)	出発反応標識	屋外	LEDユニット ※3	点灯時間による	-	-		5~10年	LEDは3~10万時間 (種類による)※4
		出発反応標識	屋外	LEDユニット ※3	点灯時間による	-	-		5~10年	LEDは3~10万時間 (種類による)※4



表 3 システム機器の耐用寿命(2/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
2	信号装置 (信号灯器)	信号用表示器 (多進路用)	屋外	電球 汎用小形リレー	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	信号電球寿命による
		信号用表示器 (多進路用)(LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	LEDは3~10万時間 (種類による)※4
		信号用表示器 (多進路用)デジタル	屋外	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		進路表示機 入換多進路 (LED-N形)	屋外	-	-	※2	6~10年	10~15年		LEDの寿命は点灯時間による 内部に実装するS/P変換部は 除く
		進路表示機 多進路 (LED-N形)	屋外	-	-	※2	6~10年	10~15年		LEDの寿命は点灯時間による 内部に実装するS/P変換部は 除く
		信号用表示器 (進路2進路用・3進路用)	屋外	電球	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	信号電球寿命による
		信号用表示器 (進路2進路用・3進路用)(LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)
		進路表示機 2進路(LED-N形) 3進路(LED-N形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	※2	6~10年	10~15年		LEDの寿命は点灯時間による 内部に実装するS/P変換部は 除く
		信号用表示器 (線路3進路用)	屋外	電球	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	信号電球寿命による
		信号用表示器 (線路3進路用)(LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	LEDは6~10万時間 (種類による)
		進路表示機 入換3進路 (LED-N形)	屋外	-	-	※2	6~10年	10~15年		LEDの寿命は点灯時間による 内部に実装するS/P変換部は 除く
		進路予告機	屋外	電球	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	信号電球寿命による
		進路予告機 (LED形)	屋外	LEDユニット ※3	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	LEDは3~7万時間 (種類による)
		線路別表示灯	屋外	電球	点灯時間による	-	-	10~15年	10~15年	信号電球寿命による 製造中止
		線路別表示灯 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	5~10年	5~10年	LEDは3~7万時間 (種類による)
		線表用FC収容箱 (1形)(NC形)	屋外	-	-	-	-	10~15年	10~15年	内部に実装する小形制御端末 (FC)光伝送装置(e-PON子局)は 除く

表 3 システム機器の耐用寿命(3/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
2	た	多灯形色灯式信号機	屋外	電球	点灯時間による	—	—	15~20年	信号電球寿命による	
		多灯形色灯式信号機 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	R:3~10万時間・Y:10万時間・G:7~10万時間 (種類による)※4	
		多灯形色灯式信号機 (LED-N形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	・内部に実装する小形制御端末(FC)光 伝送装置(e-PON子局)は除く ・R:3~10万時間・Y:10万時間・G:7~10万時間 (種類による)※4	
		LED-NC形)	屋外	電球	点灯時間による	—	—	10~15年	信号電球寿命による	
		地上中継信号機 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)	
		地上中継信号機 (LED-N形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	・内部に実装する小形制御端末(FC)光 伝送装置(e-PON子局)は除く ・LEDは6~7万時間 (種類による)	
	ち	LED-NC形)	屋外	電球	点灯時間による	—	—	10~15年	信号電球寿命による	
		手信号代用器	屋外	電球	点灯時間による	—	—	10~15年	製造中止	
		手信号代用器 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	R:3~10万時間・G:7~10万時間 (種類による)※4	
		電気入換信号機	屋外	電球	点灯時間による	—	—	10~15年	信号電球寿命による	
		電気入換信号機 (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)	
		電気入換信号機 (LED-N形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	・内部に実装する小形制御端末(FC)光 伝送装置(e-PON子局)は除く ・LEDは6~7万時間 (種類による)	
て	LED-NC形)	屋外	電球	点灯時間による	—	—	10~15年	信号電球寿命による		
	誘導信号機(灯列式)	屋外	電球	点灯時間による	—	—	10~15年	製造中止		
ゆ	誘導信号機(灯列式)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)		
	LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	—	—	10~15年	LEDは6~7万時間 (種類による)		

表 3 システム機器の耐用寿命(4/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
2	信号装置 (信号灯器)	誘導信号機(色灯式)	屋外	電球	点灯時間による	-	-	10~15年	OHなし	信号電球寿命による 製造中止
		誘導信号機(色灯式) (LED形)	屋外	LEDユニット	点灯時間による	-	-	10~15年	OHなし	LEDは10万時間
3	連動装置	継電連動装置	屋内 (空調無)	-	-	-	-	15~20年	OHなし	リレーは除く
			屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	15~20年	OHあり	
			屋内 (空調無)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年	OHあり	
		電子端末装置	屋外	※1	表2 部品寿命による	※2	6~10年	10~15年	OHあり	
			屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	15~20年	OHあり	
			屋内 (空調無)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年	OHあり	
4	CTC・PRC装置	中間信号制御装置	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	15~20年	OHあり	
			屋内 (空調無)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	15~20年	OHあり	
			屋外	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年	OHあり	
		CTC(中央)	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年	OHあり	
			屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年	OHあり	
			屋内 (空調無)	※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年	OHあり	
PRC	屋内 (空調有)	※1	表2(3/3) 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年	OHあり			

表 3 システム機器の耐用寿命(5/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考	
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし		
5	ATS・ATO・ATO 地上装置	え	ATC/TD 地上 (アナログ)	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年			
			ATC/TD 地上 (デジタル)	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年			
			ATS 速照 (アナログ)	-	-	※2	8~12年	15~20年			
			ATS 速照 (デジタル)	-	-	※2	8~12年	15~20年			
			ATS-S 地上子	-	-	-	-	15~20年			
			ATS-S 地上子 (リレー内蔵)	-	-	-	-	10~15年			
			ATS-S 地上子 (電子回路内蔵)	-	-	-	-	9~11年		電子部品寿命による	
			ATS-P 地上子 (電子回路内蔵)	-	-	-	-	9~11年		電子部品寿命による	
			無線式地上装置	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年			
			り	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年			
			れ	臨時速度制限装置	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年		
				連続式 ATS 地上 (アナログ)	※1	表 2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年		
					※1	表 2 部品寿命による	※2	6~10年	10~15年		
				連続式 ATS 地上 (デジタル)	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年		
※1	表 2 部品寿命による	※2			7~11年	14~18年					
	※1	表 2 部品寿命による		※2	6~10年	10~15年					

表 3 システム機器の耐用寿命(6/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考	
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし		
6	踏切設備	お	大型支障物検知装置 (ループ式)	屋外	-	-	-	-	10~15年		
			大型支障物検知装置 (レーザー形)	屋外	※1	表2 部品寿命による	※2	6~10年	10~15年	8~10年	レーザーダイオードの寿命は7年
		か	緩動・緩放ユニット	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
			限界支障検知器 (リードスイッチ)	屋外	-	-	-	-	-	8~10年	
		て	電源変換器	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
			電子SR(K形)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
			電子踏切	器具箱	※1	表2 部品寿命による	※2	6~10年	10~15年	8~10年	
			特殊信号発光機	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-	20~25年	信号電球寿命による
		と	特殊信号発光機 (LED形)(回転形)	屋外	-	-	-	-	-	6~15年	LEDは3~10万時間(種類による)※4 (筐体のポリカーボネイトは、設置環境により変色が加速することがある。)
			特殊信号発光機 (LED形)(回転形)用制御器	屋外	-	-	-	-	-	8~10年	
			特殊信号発光機 (LED形)(点滅形)	屋外	-	-	-	-	-	6~15年	LEDは3~10万時間(種類による)※4 (筐体のポリカーボネイトは、設置環境により変色が加速することがある。)
			特殊信号発光機 (LED形)(点滅形)用制御器	屋外	-	-	-	-	-	8~10年	
		は	バルス送受信器	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
			踏切警報音発生器(各種)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
		ふ	踏切警報灯	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-	20~25年	信号電球寿命による
			踏切警報灯 (LED形)	屋外	LEDユニット ※3	点灯時間による	-	-	-	6~15年	LEDは3~10万時間 (種類による)※4
踏切警報灯(LED形)	屋外		-	-	-	-	-	10~15年			
踏切警報灯(LED形) (全方位/全方向/360度)	屋外		-	-	-	-	-	10~15年			

表 3 システム機器の耐用寿命(7/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
6	踏切設備	踏切支障操作器	屋外	-	-	-	-	-	10~15年	
		踏切支障短絡器 (リードスイッチ)	屋外	-	-	-	-	-	8~12年	
		踏切遮断表示灯	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-	10~15年	信号電球寿命による
		踏切遮断表示灯 (LED形)	屋外	-	-	-	-	-	8~10年	
		踏切障害物検知装置 (LED形)	屋外	-	-	-	-	-	10~15年	
		踏切障害物検知装置 (レーザー形)	屋外	※1	表2 部品寿命による	※2	6~10年	10~15年	8~10年	レーザーダイオードの寿命は 7年
		踏切障害物検知装置 (ミリ波形)	屋外	-	-	※2	6~10年	12~18年		
		踏切制御子(各種)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
		踏切電子光音器	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
		踏切バックアップ装置(各種)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
7	軌道回路	列車進行方向指示器	屋外	電球	点灯時間による	-	-	-	10~15年	信号電球寿命による
		列車進行方向指示器 (LED形)	屋外	-	-	-	-	-	10~15年	LEDは3~10万時間 (種類による)※4
		インピーダンスボンド	屋外	-	-	-	-	-	25年	パッキン類は使用状況により交換
		インピーダンスボンド(G付)	屋外	-	-	コンデンサ	10~15年	20~25年		パッキン類は使用状況により交換
き	軌道回路	オイルレス インピーダンスボンド	屋外	-	-	-	-	-	15~25年	
		オイルレス インピーダンスボンド(G付)	屋外	-	-	コンデンサ	10~15年	15~25年		パッキン類は使用状況により 交換
		電区分切替制御 軌道回路装置(アナログ)	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年		

表3 システム機器の耐用寿命(8/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考					
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし						
7	さ	き電区分切制御 軌道回路装置(デジタル)	屋内 (空調有)	※1	表2(3/3) 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年							
				※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年							
	れ	れ	列車検知装置(METR) 列車検知装置(NIT) 列車検知装置(MTD) 列車検知装置(FS-TD) 列車検知装置(SMET)	屋内 (空調無)	—	—	—	—	20~25年						
					※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年						
					※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年						
					※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年						
					※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年						
					※1	表2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年						
					し	し	車軸検知器 車軸検知子	屋外	—	—	※2	6~10年	10~15年		
									—	—	—	—	15~20年		
8	せ	信号電球断芯検出器 接地検出器	屋内 (空調無)	—	—	—	—	7~11年							
				—	—	—	—	7~11年							
	た	た	断線検出器 (LED信号機用)	屋内 (空調無)	—	—	—	—	8~10年						
					—	—	—	—	—						
	と	と	トランスポンダ地上装置	屋外	—	—	※2	6~10年	10~15年						
					電球	点灯時間による	—	—	10~15年		信号電球寿命による				
	れ	れ	列車非常停止警報機 列車非常停止警報機 (LED形)	屋外	—	—	—	—	10~15年		LEDは10万時間				
					—	—	—	—	10~15年						
ろ	ろ	列車非常停止ボタン箱 ロック狂い検出器/ ロック偏移検出器	屋外	—	—	—	—	7~9年							
				—	—	—	—	—							



表 3 システム機器の耐用寿命(9/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考	
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし		
9	監視装置	あ	アースチェッカ	器具箱	-	-	-	-	8~10年		
		け	継電運動機記憶装置	屋内 (空調無)	※1	表 2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年	/	
			継電運動機 動作記憶装置	屋内	-	-	-	-	-	9~11年	
			ケーブル監視装置	屋内	-	-	-	-	-	7~11年	
		し	信号機器監視装置 親装置(アナログ)	屋内 (空調有)	※1	表 2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年	/	
			信号機器監視装置 親装置(デジタル)	屋内 (空調有)	※1	表 2 部品寿命による	※2	7~11年	14~18年	/	
			情報メモリ(イベントレコーダ 一・VAM 各種)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
			情報伝送装置 (ステツプ式)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
		せ	絶縁警報装置	屋内	-	-	-	-	-	7~11年	
			低電圧検知器(LVC)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	
て	電源検知タイマ	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年			
	不一致検出器	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年			
ふ	踏切故障検知器 (リレー形)	器具箱	-	-	-	-	-	8~10年			

表 3 システム機器の耐用寿命(10/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
9	監視装置	踏切故障検知器 (電子式)	器具箱	-	-	-	-	8~10年		
			器具箱	-	-	-	-	8~10年		
		モニタ	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	5~12年	15~20年		ATC・連動、CTCモニタ等 PCタイプはPCおよびPC周辺機 器の仕様による
		リレー電圧測定器 (踏切制御子用)	器具箱	-	-	-	-	8~10年		
		列車情報処理装置 (TPB)	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年		
10	車上設備	列車番号受信装置 (トラポン式)	屋内 (空調有)	※1	表2 部品寿命による	※2	8~12年	15~20年		
			車上装置	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		ATO車上装置	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		ATS-Dx車上装置	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		ATS-P車上装置	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		ATS-P車上子	車上	-	-	-	-	15~20年		
		ATS-S(アナログ) 車上装置	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		ATS-S(デジタル) 車上装置	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
		ATS-S車上子	車上	-	-	-	-	15~20年		
		ATS照査(アナログ)	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
10	車上設備	ATS照査(デジタル)	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
			車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
10	車上設備	地点検知車上装置 (変周式)	車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		
			車上	-	-	※2	6~10年	10~15年		

表3 システム機器の耐用寿命(11/11)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考		
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし			
10	車上設備	ち	地上	-	-	※2	6~10年	10~15年				
						-	-		15~20年			
		と	地上	-	-	-	-	-	-			
						-	-	10~15年	15~20年			
						※2	6~10年	10~15年				
れ	地上	-	-	※2	6~10年	10~15年						
				※2	6~10年	10~15年						
11	え	駅中間小形制御端末	屋外	-	-	※2	6~10年	10~15年				
						※2	7~10年	10~15年				
	その他	せ	接近警報表示灯 (LED形)	屋外	※3	点灯時間による	-	-		8~10年	LEDは3~10万時間※4	
							-	-		10~15年		
		て	電球取付装置	屋外	-	-	-	-	-		15~20年	
								-	-		10~15年	
		れ	列車接近表示灯箱 (LED形)	屋外	※3	点灯時間による	-	-	-		10~15年	LEDは3~10万時間※4
								-	-		10~15年	

※1 パソコンおよび周辺機器、表示器、2次電池。

※2 アルミ電解コンデンサ、AC/DCコンバータ、DC/DCコンバータ、光リンク、フォトカプラー、フォトモスリレーなど、寿命が機器の耐用寿命より短い部品。

※3 LEDユニット交換不可の製品もある。

※4 LED製品には主に2000年以前の三元素系LEDを使用した3万時間程度の点灯寿命のもの、2000年以降の四元素系や窒化ガリウム系LEDを使用した6万~10万時間の長寿命に改善された製品がある。全方

向、全方位、360度タイプは10万時間のみ。

※5 各装置で使用している汎用機器は除く。

表 4 電源機器の耐用寿命(1/5)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考		
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし			
1	直流電源	け	継電連動用整流器 (IRP形)	屋内 (空調無)	ヒューズ	5~8年	アルミ電解コンデンサ 交換品	7~10年	15年	8~10年		
												こ
		小型直流電源 (OPS形)	屋内 (空調無) 器具箱	各ユニット サーミアブソーバ	7~10年	-	15年					
		小型直流電源 (TC形)	屋内 (空調無) 器具箱	-	-	-	8~10年					
		小型直流電源 (FSA形)、(TOE形)	屋内 (空調無) 器具箱	-	-	7~10年	15年	8~10年				
		さ	サイリスタ整流器 (継電連動用)	屋内 (空調無)	ヒューズ	5~8年	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 可変抵抗器 電圧検出器 サーミアブソーバ 電磁接触器 タイマ	7~10年	15~20年	8~10年		
		CTC用電源装置 (中央・駅用)	屋内 (空調無)	ヒューズ	5~8年	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 可変抵抗器 電圧検出器 サーミアブソーバ 電磁接触器 タイマ	7~10年	15~20年	8~10年			
										シリコン整流器 (差込形)	屋内 (空調無) 器具箱	

表 4 電源機器の耐用寿命(2/5)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)			耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし		
1	直流電源	シリコン整流器 (GTC用)	屋内 (空調無)	ヒューズ	5~8年	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 可変抵抗器 電圧検出器 サーミアプロサーバ 電磁接触器 タイマ	7~10年	15~20年	8~10年		
											シリコン整流器 (充電形)
		シリコン整流器 (B形)	屋内 (空調無)	-	-	-	-	8~10年			
		シリコン定電圧整流器 (F、H形)	屋内 (空調無) 器具箱	-	-	-	-	8~10年			
		シリコン定電圧整流器 (D形)	屋内 (空調無) 器具箱	-	-	-	-	8~10年			
		整流電源 (通信用)	屋内 (空調無)	ヒューズ	5~8年	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 可変抵抗器 電圧検出器 サーミアプロサーバ 電磁接触器 タイマ 電力用フィルムコンデンサ	7~10年	15~20年	8~10年		
											定電圧整流器 (SWR)
		電子連動用 直流電源装置 (CIP、SWR形)	屋内 (空調無)	ヒューズ 蓄電池	5~8年 種類による	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 可変抵抗器 サーミアプロサーバ 電磁接触器 タイマ AC/DCコンバータ DC/DCコンバータ	7~10年	15年	8~10年		

表 4 電源機器の耐用寿命(3/5)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
2	交流電源	交流自動電圧調整器 (サイリスタ形)	屋内 (空調無)	-	-	继电器 電磁接触器 可変抵抗器 AC/DCコンバータ 電圧検出器 サージアブソーバ 自動制御部	7~10年	15年	8~10年	
				ヒューズ ファン 蓄電池	5~8年 機種による 種類による	アルミ電解コンデンサ 继电器 スイッチ 電磁接触器 AC/DCコンバータ DC/DCコンバータ 電力用アルミコンデンサ タイマ サージアブソーバ	7~10年	15~20年	8~10年	
		小形無停電電源装置 (UPS)	屋内 (空調無)	ヒューズ ファン 蓄電池	5~8年 機種による 種類による	-	-	-	8~10年	
		自動電圧調整器 (CVT形)	屋内 (空調無) 器具箱	-	-	-	-	-	8~10年	

表 4 電源機器の耐用寿命(4/5)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考	
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし		
3	配電盤 電源切替器	え	屋内 (空調無)	保安器	放電回数、劣化表示による	交換品	アルミ電解コンデンサ 继电器 アレスタ 電磁接触器	7~10年	15年	8~10年	
				二重系ヒューズ	二重系ヒューズ 中、1本の断線表示による	交換品	アルミ電解コンデンサ 继电器 アレスタ 電磁接触器	7~10年	15年	8~10年	
		し	屋内 (空調無) 器具箱	保安器 LED	二重系ヒューズ 中、1本の断線表示による 放電回数、劣化表示による 連続3万時間	交換品	アルミ電解コンデンサ 继电器 アレスタ 電磁接触器 AC/DCコンバータ	7~10年	15年	8~10年	
				ヒューズ	5~8年	交換品	AC/DCコンバータ スイッチ	7~10年	15年	8~10年	
		屋内 (空調無) 器具箱	LED	連続3万時間	交換品	アルミ電解コンデンサ 继电器 アレスタ	7~10年	15年	8~10年		
			ヒューズ 保安器	5~8年 放電回数 劣化表示による	交換品	信号用電源切替器 (電子式)COS 内のOH部品	7~10年	15年	8~10年		
		屋内 (空調無) 器具箱	保安器 LED	放電回数 劣化表示による 連続3万時間	交換品	信号用電源切替器 (電磁式)COD	7~10年	15年	8~10年		
			保安器 LED	放電回数 劣化表示による 連続3万時間	交換品	信号用電源切替器 (電磁式)COD NFB2重系ユニット 内のOH部品	7~10年	15年	8~10年		
		屋内 (空調無)	保安器 LED	放電回数 劣化表示による 連続3万時間	交換品	—	—	—	15年	電子部品を使用している 実装品を除く	



表 4 電源機器の耐用寿命(5/5)

No.	分類	機器名称	設置場所	消耗品交換		オーバーホール(OH)		耐用寿命		備考
				交換品	周期	交換品	周期	OHあり	OHなし	
4	軌道回路電源	え	屋内 (空調無) 器具箱	—	—	—	—	—	8～12年	製造中止
				—	—	電力用フィルムコンデンサ	8～12年	15～20年	10～12年	製造中止
		し	屋内 (空調無) 器具箱	ヒューズ	5～8年	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 電磁接点器 AC/DCコンバータ DC/DCコンバータ 電力用フィルムコンデンサ タイマ サーミアブソーバ	7～10年	15年	8～10年	
				—	—	アルミ電解コンデンサ	7～10年	15～20年	8～10年	製造中止
		ふ	屋内 (空調無) 器具箱	ヒューズ	5～8年	アルミ電解コンデンサ 継電器 スイッチ 電磁接点器 AC/DCコンバータ DC/DCコンバータ 電力用フィルムコンデンサ タイマ サーミアブソーバ	7～10年	15年	8～10年	
				—	—	電力用フィルムコンデンサ	8～12年	15～20年	10～12年	

## 「鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用寿命」の改版について

本編の基となる「Ⅱ 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用（期待）寿命」は、初版を1992年10月に作成した。

その後2002年2月に改訂第2版を作成し、2011年2月に改訂第3版を行っている。

主な見直し点は、

- (1) システム機器と電源機器の統合
- (2) 装置の分類
- (3) 部品の分類
- (4) 寿命の定義
- (5) 設置環境条件、等

また、2017年3月に改訂第4版を行っている。

主な見直し点は、

- (1) 新しい機器の追加
- (2) 稼働していない機器の削除
- (3) 製造中止機器の明記
- (4) 部品交換時の注意点
- (5) 測定器類の校正
- (6) 部品の追加、削除、等

また、2017年8月に「Ⅲ 電子連動装置の耐用寿命に関する検討」を本検討書に追加掲載した。

電子部品の劣化は環境に左右され、一律に耐用寿命を定めることが事態に合わないことが明らかになった為、信号工業協会内に「鉄道信号用電子機器の耐用寿命に関する技術委員会」を発足し検討を進めた結果、従来の「Ⅱ 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用（期待）寿命」と「Ⅲ 電子連動装置の耐用寿命に関する検討」を整理・統合し、新たに「Ⅱ 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用寿命」として上程した。

鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用寿命検討会委員

「Ⅱ 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用（期待）寿命」

- 初版1992年10月
- 改訂第2版2002年2月
- 改訂第3版2011年2月
- 改訂第4版2017年3月

・

「Ⅲ 電子連動装置の耐用寿命に関する検討」

- 初版2017年8月

委員名省略

「Ⅱ 鉄道信号用システム機器・電源機器の耐用寿命」

- 改訂第5版時（2023年10月）

鉄道信号用電子機器の耐用寿命に関する技術委員会委員（2021年7月～2023年10月）

株式会社京三製作所	佐野 実
株式会社三工社	山本 芳伸
大同信号株式会社	尾崎 亮介
株式会社てつでん	三浦 隆男、永原 裕太
東邦電機工業株式会社	山本 孝
日本信号株式会社	菅原淳、竜本 ジョ

アドバイザー

公益財団法人鉄道総合技術研究所 藤田 浩由

「社名は五十音順」