

2018年度4Q TTC標準案

2019年3月8日

伝送網・電磁環境専門委員会

伝送網・電磁環境専門委員会

装置機能・管理SWG

多重分離インタフェースと網同期SWG

情報通信装置のEMC・ソフトウェア SWG

JT-K138 (新規) 粒子放射線試験に基づく対策のための品質推定方法とアプリケーションガイドライン

JT-K139 (新規) 通信装置の粒子放射線影響の信頼度基準

JT-K138/ K139 (1版) 標準案

JT-K138

粒子放射線試験に基づく対策のための品質推定方法
とアプリケーションガイドライン

Quality estimation methods and application guidelines for
mitigation measures based on particle radiation tests

JT-K139

通信装置の粒子放射線影響の信頼度基準

Reliability requirements for telecommunication systems
affected by particle radiation

JT-K138/K139標準化の背景

ITU-T SG5において、2016年から通信装置へ影響を及ぼす粒子放射線が引き起こすソフトエラーに関して次頁に示すように一連の勧告が制定されてきた。

日本国内の通信装置においてもソフトエラーの影響が増加傾向にあることから、2018年11月より順次ITU-T勧告に対応したTTC標準を制定してきた。

今回、残る粒子放射線試験に基づく対策のための品質推定方法とアプリケーションガイドライン(JT-K138)と通信装置の信頼性要求基準(JT-K139)の標準化を行うものである。

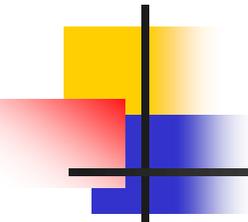
関連する勧告一覧

ITU-T 勧告番号	タイトル	摘要	TTC標準化 予定
K.124 (12/2016)	Overview of particle radiation effects on telecommunications systems (通信装置の粒子放射線影響の概要)	概要	2018年11月済 (JT-K124)
K.131 (01/2018)	Design methodologies for telecommunication systems applying soft error measures (通信装置のソフトエラー対策設計法)	設計法	2019年2月済 (JT-K131)
K.130 (01/2018)	Neutron irradiation test methods for telecommunication equipment (通信装置の中性子照射試験法)	試験法	2019年2月済 (JT-K130)
K.138 (11/2018)	Quality estimation methods and application guidelines for mitigation measures based on particle radiation tests (粒子放射線試験に基づく対策のための品質推定方法とアプリケーションガイドライン)	評価法	今回 2019年5月
K.139 (11/2018)	Reliability requirements for telecommunication systems affected by particle radiation (通信装置の粒子放射線影響の信頼度基準)	基準	今回 2019年5月
K Suppl.11 (11/2017)	ITU-T K.131-Soft error measures of field programmable gate arrays (K.131補足資料 - FPGAのためのソフトエラー対策)	補足	2019年2月済 (TR-Ksup.11)

JT-K138の概要

本標準は、ITU-T K.138に基づき、ソフトエラー影響の重大性を考慮した中性子照射試験の結果に対する信頼度評価法について述べる。自然界におけるソフトエラー発生率は、中性子照射中に発生するソフトエラー数から算出できる。

装置が目標品質より低い場合には追加対策を適用する必要がある。本標準では、ソフトエラー試験結果を考慮した対策の適用に関するガイドラインについても述べる。



JT-K138の目次

1. 適用
2. 引用規格
3. 定義
4. 略語と頭字語
5. 慣例
6. ソフトエラー信頼度評価法の概要
7. 信頼度基準適合性評価における前提条件
8. 信頼度基準適合性の評価手法
9. 目標信頼度基準に適合しない場合の追加対策
10. AR, SR, MRに分類できない事象

6. ソフトエラー信頼度評価法の概要

本標準は、JT-K130記載の中性子照射試験結果に基づいて、JT-K139にて規定した信頼度基準が満たされているかを評価するための手法を提供するものである。

信頼度種別	評価基準	中性子照射試験中発生事象の確認内容
警報機能信頼度 (AR)	JT-K139（通信装置の粒子放射線影響の信頼性要求基準）の適用	サイレント故障がないことを確認した時間
サービス信頼度 (SR)		クライアント信号断の発生回数と信号断継続時間
保守信頼度 (MR)		故障復旧のための保守作業発生頻度

$$F_A = \frac{ASER}{TSER}$$

7. 信頼度基準適合性評価における前提条件

① 評価対象装置の標準構成

1ユニット構成装置の場合

- ・固定搭載PKGは全種類実装
- ・機能/容量に応じて搭載するPKGは実装率50%以上

1ラックユニット(RU)構成装置の場合

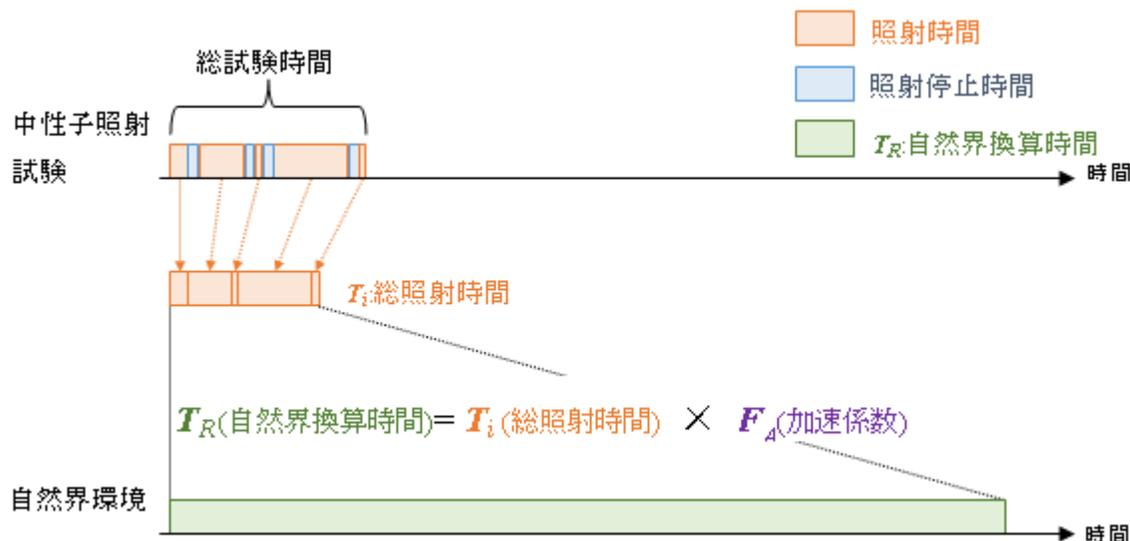
- ・冗長構成を考慮した最小台数のセット

② 中性子照射試験における加速係数

照射試験設備のSER(ASER)と自然界におけるSER(TSER)の比率を示す係数である加速係数 F_A が必要。下式で定義。

$$F_A = \frac{ASER}{TSER}$$

③ 中性子照射試験における試験時間と自然界換算時間の関係



8. 信頼度基準適合性の評価手法 (1/2)

目標とする信頼度クラスを設定

次頁の表のように、中性子照射試験中に発生した事象に対して、SR(M)故障、SR(P)故障、MR故障、およびAR故障へ分類し、各故障の発生回数 $N_{SR(M)}$ 、 $N_{SR(C)}$ 、 N_{MR} 、および N_{AR} を算出

総照射時間 T_i および加速係数 F_A から自然界換算時間 T_R を算出 $\Rightarrow T_R = F_A \times T_i$

基準適合性の評価

AR: 基準の T_R 時間から算出される T_i 時間の中性子照射試験中に、AR故障の発生無し

SR: $Q_{SR(M)}[FIT]$ と $Q_{SR(P)}[FIT]$ の両者が目標とする信頼度クラスの基準値以下

$$Q_{SR(M)}[FIT] = \frac{N_{SR(M)} + \sqrt{N_{SR(M)}}}{T_R[h]} \times 10^9 \quad Q_{SR(P)}[FIT] = \frac{N_{SR(P)} + \sqrt{N_{SR(P)}}}{T_R[h]} \times 10^9$$

MR: $Q_{MR}[FIT]$ が目標とする信頼度クラスの基準値以下 $Q_{MR}[FIT] = \frac{N_{MR} + \sqrt{N_{MR}}}{T_R[h]} \times 10^9$

8. 信頼度基準適合性の評価手法 (2/2)

各種発生事象の分類例

項番	a. クライアント 信号断時間	b. 復旧手段	c. 警報通知 の有無	分類			
				SR		M R	A R
				SR(M):瞬断 (0.2~1.0秒のクライ アント信号断)	SR(P):継続断 (1.0秒超のクライ アント信号断)		
1	0	保守者によるパッ ーグリセット	有			✓	
2	10 sec	自律復旧	有		✓		
3	15 sec	自律復旧	有		✓		
4	300 sec	保守者によるパッ ーグリセット	無		✓	✓	✓
5	0	遠隔リセット制御	有			✓	
6	0.2 sec	自律復旧	有	✓		✓	
7	0.5 sec	保守者によるパッ ーグリセット	有	✓		✓	
8	0.05 sec	自律復旧	有				
9	0.08 sec	保守者によるパッ ーグリセット	有			✓	
				⋮			
総発生回数				$N_{SR(M)}$	$N_{SR(P)}$	N_{MR}	N_{AR}

9. 目標信頼度基準に適合しない場合の追加対策

目標とする信頼度水準を達成できなかった場合は、目標に到達できなかった信頼度基準に関連するソフトウェア対策を行う。

対策の詳細はJT-K131（通信装置のソフトウェア対策設計法）を参照。

10. AR, SR, MRに分類できない事象

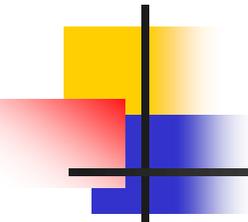
直接的に信頼度影響がない場合でも中性子照射試験で下記の事象が発生した場合には適宜対策を行うことを推奨する。

- a. 保守者への注意喚起が必要な故障であるが、クライアント信号断を伴わないために警報が未発出
- b. 保守者への通知が不要なメッセージの誤発出
- c. 故障解析が困難

JT-K139の概要

本標準は、ITU-T K.139に基づき粒子放射線によって引き起こされるソフトエラーに対する通信装置への信頼度基準について述べる。

具体的には、はじめにソフトエラー信頼度基準策定の考え方を述べ、3種類の信頼度基準(警報機能信頼度、サービス信頼度、保守信頼度)を定義する。次に、装置のソフトエラー耐力の観点から3つの信頼度クラスを設ける。最後に、各信頼度基準種別およびクラス別に規定値を定義する。



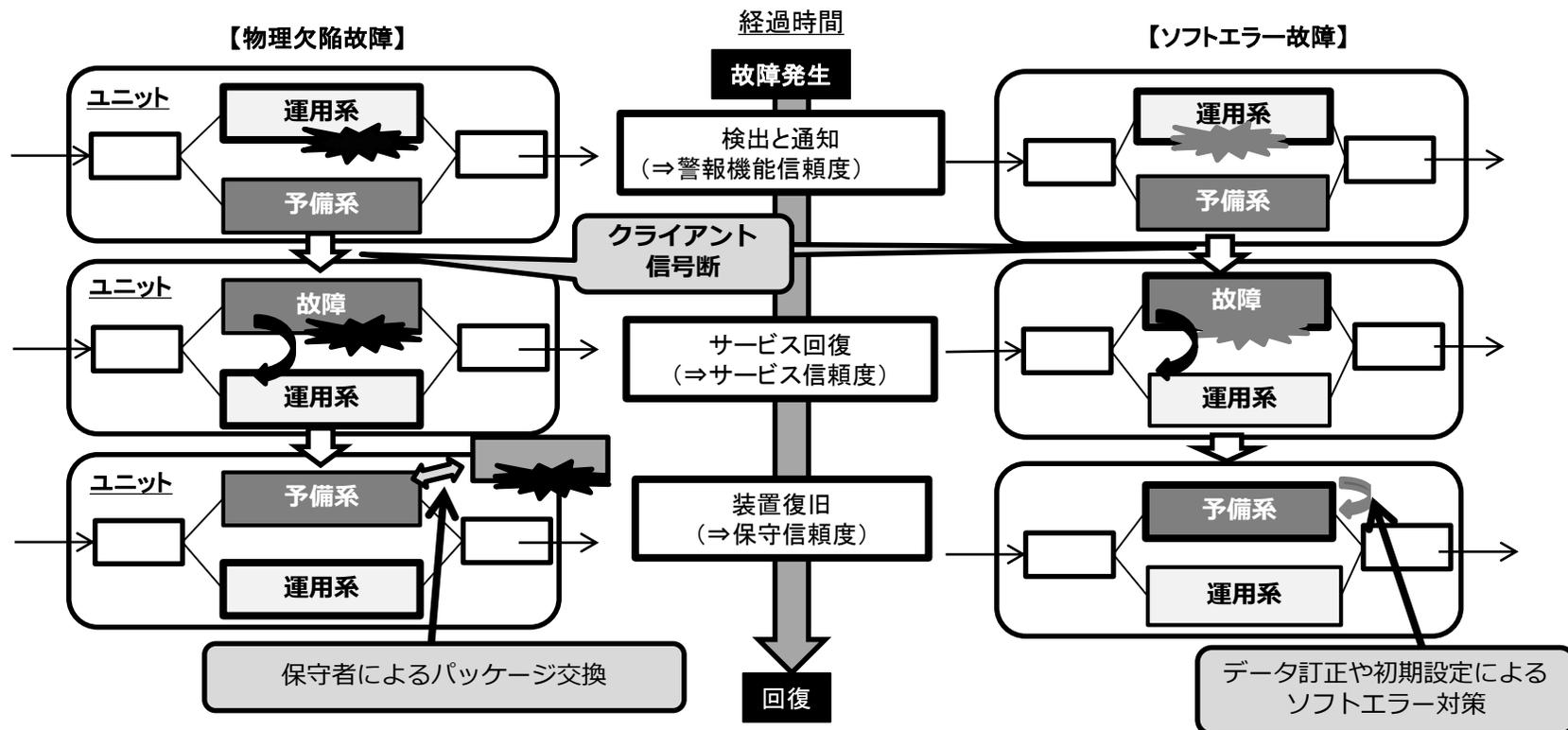
JT-K139の目次

1. 適用
2. 引用規格
3. 定義
4. 略語と頭字語
5. 慣例
6. 信頼度基準策定の考え方
7. 信頼度基準種別
8. 信頼度基準のクラス分け
9. 信頼度基準

6. 信頼度基準策定の考え方

ソフトウェア故障に関する信頼度基準を策定するために、次の観点から3種類の故障に分類する。

1. 故障を検出して警報を発出可能か
2. サービスが許容時間内に復旧できクライアント信号が正常に疎通できているか
3. 装置全体が自律的に復旧可能か



7. 信頼度基準種別

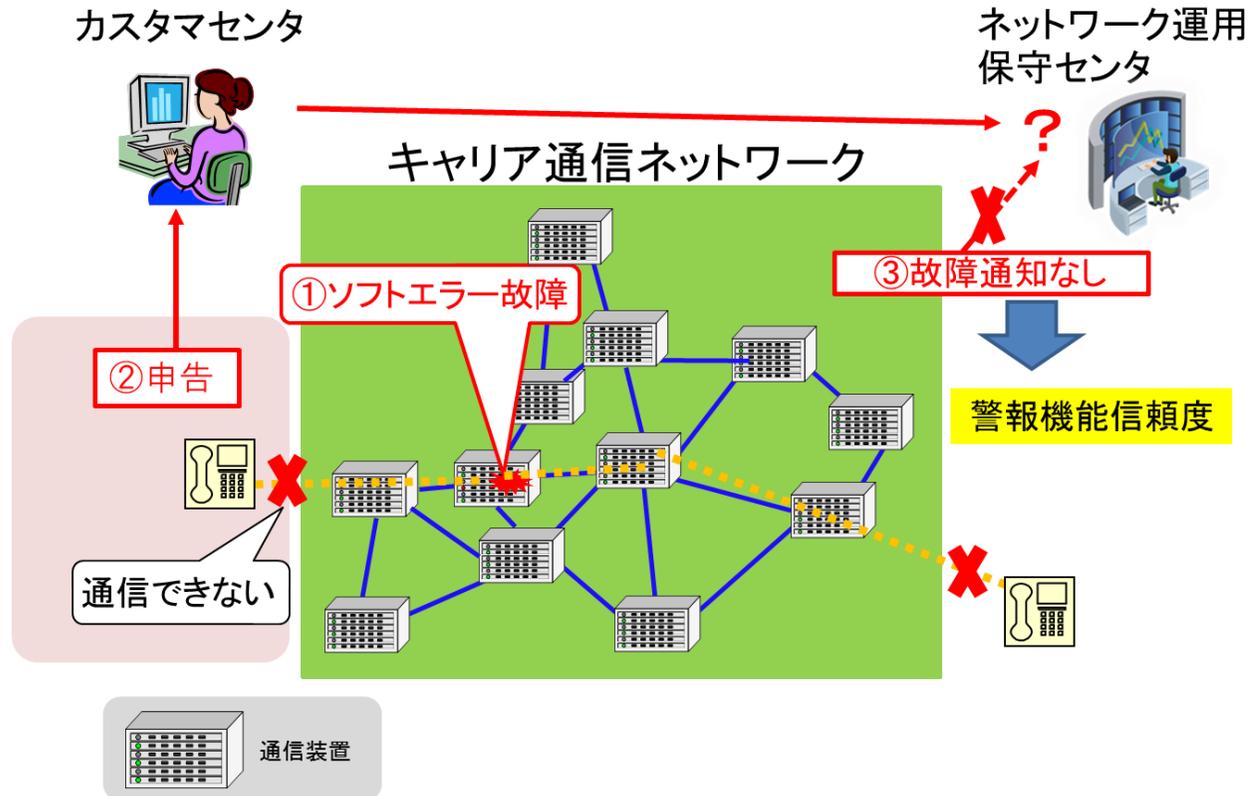
種別	略語	内容
警報機能信頼度基準	AR	設備運用の観点からの信頼度。 クライアント信号に影響するソフトウェア起因故障発生時の故障検出および警報発出性能により基準をクラス分け。
サービス信頼度基準	SR	サービス提供の観点からの信頼度。 ソフトウェアによるクライアント信号断の継続時間および発生頻度により基準をクラス分け。
保守信頼度基準	MR	設備保守の観点からの信頼度。 保守者がソフトウェア故障を復旧させるために遠隔操作や現地パッケージ交換を実施する頻度により基準をクラス分け。

8. 信頼度基準のクラス分け

装置の用途に対応した信頼性を十分かつ経済的に実現可能とするために、3種類の信頼度クラスX/A/Bを設けそれぞれに基準を定める。

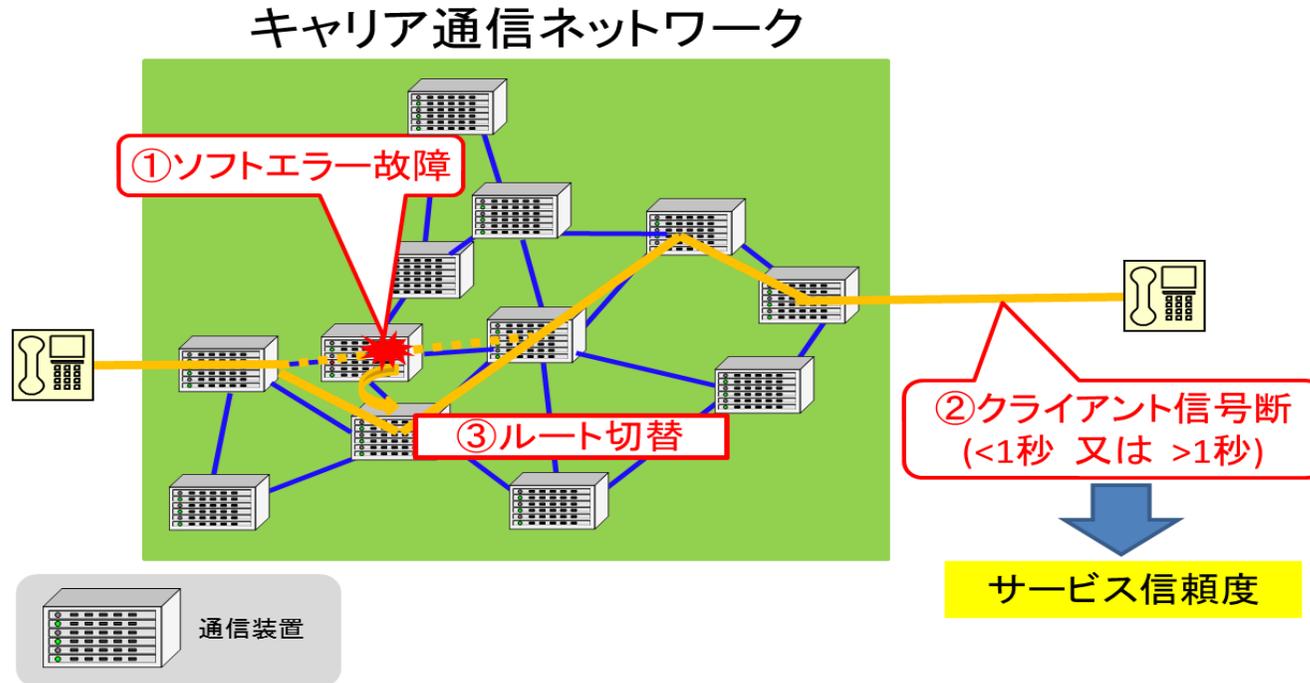
信頼度クラス	選択基準
X	キャリア通信ネットワークで提供するサービス種別や導入数のような運用条件から特に高い信頼度が要求される装置に適用。
A	キャリア通信ネットワークで標準レベルの信頼度が要求される装置に適用。
B	キャリア通信ネットワークでサービスおよび運用条件の観点からより低いレベルの信頼度が許容される装置に適用。クラスAの1/5の信頼度水準として定義。

9. 信頼度基準 (AR)



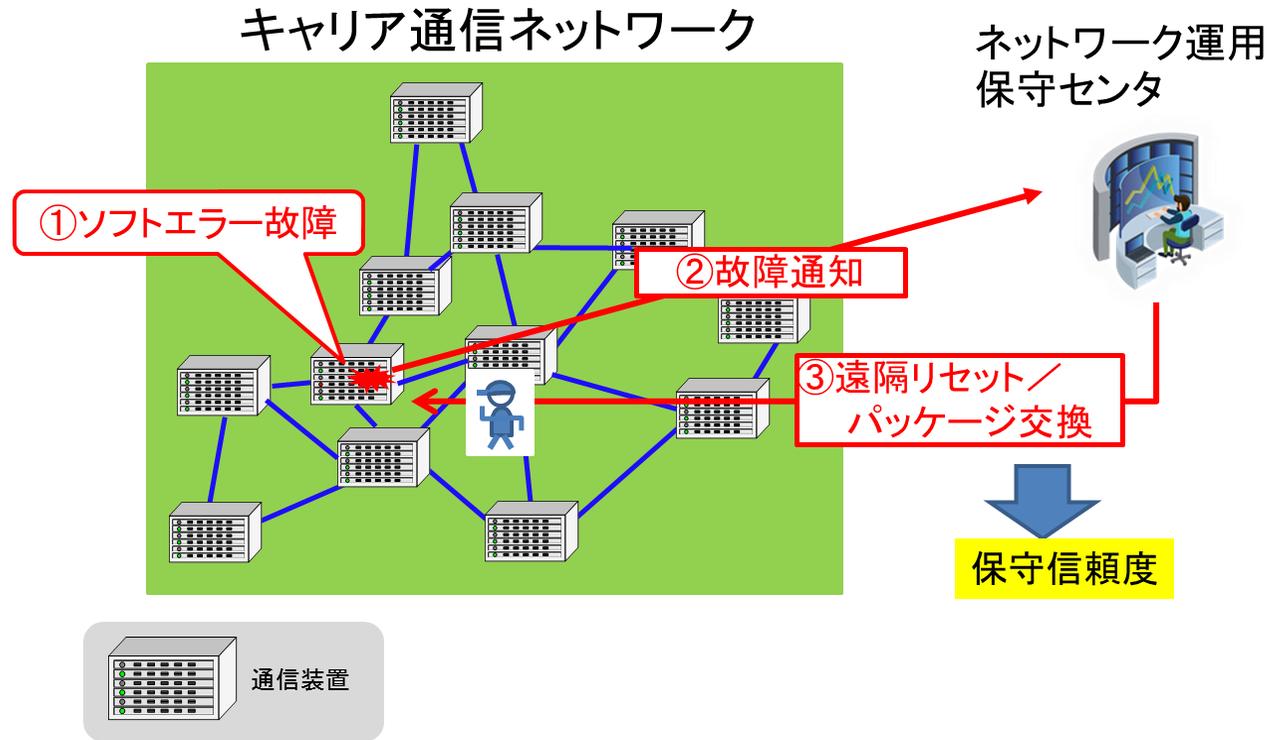
AR クラス	サイレント故障未発生期間 (年/装置)
X	< (期間はキャリアとベンダ間の交渉で決定)
A	>10,000
B	>2,000

9. 信頼度基準 (SR)



SR クラス	故障率 (FIT/装置、AND条件)	
	SR(M): 瞬断に対するSR (クライアント信号断時間が 0.2~1.0 秒)	SR(P): 長時間断に対するSR (クライアント信号断時間が1 秒超)
X	< (期間はキャリアとベンダ間の交渉で決定)	
A	< 2,000 FIT	< 200 FIT
B	< 10,000 FIT	< 1,000 FIT

9. 信頼度基準 (MR)



MR クラス	故障率 (FIT/装置)
X	< (期間はキャリアとベンダ間の交渉で決定)
A	< 2,000 FIT
B	< 10,000FIT