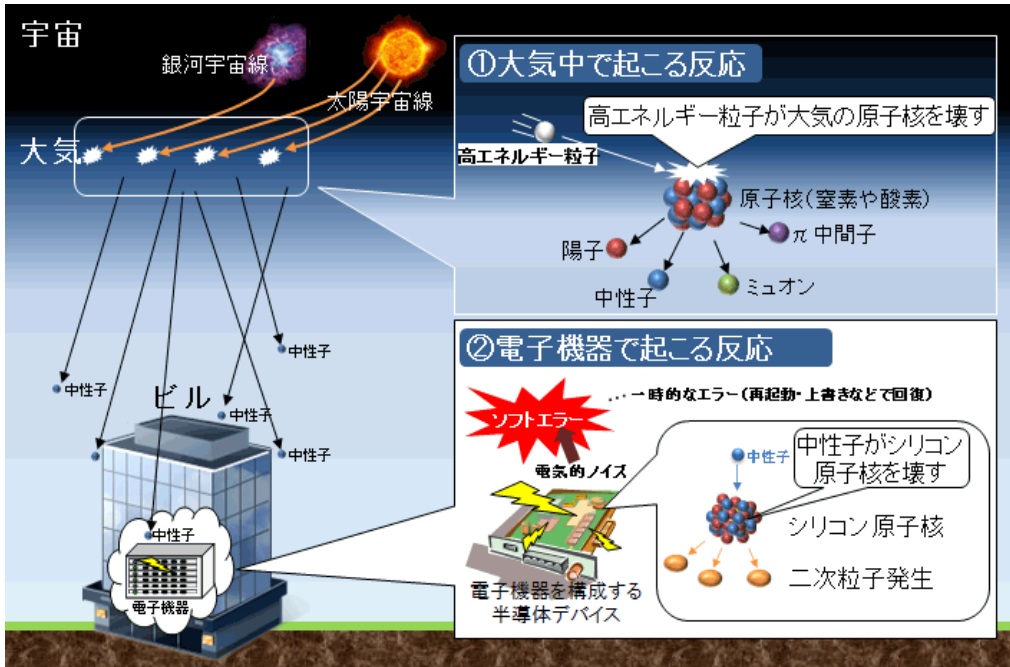


通信装置のソフトウェア対策

宇宙線による通信装置のソフトウェア



出典: TTC Webサイト “通信装置のソフトウェア対策ITU-T国際標準制定”

1

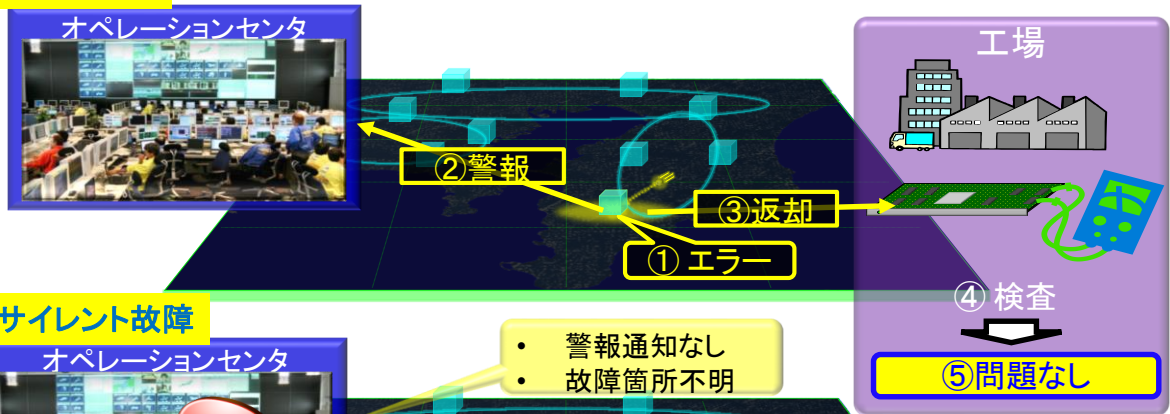
近年、宇宙線によって生じる中性子線によるソフトウェアが地上で使用される通信機器でも増加しつつあります。ソフトウェアとは、永久的に半導体デバイスが故障してしまうハードエラーとは異なり、電氣的ノイズによって発生する故障で、通信機器に搭載するメモリ回路やロジック回路においてデータのビット反転を引き起こし、システムを停止させる現象です。保存されているデータが一時的に書き換わることで誤動作やシステムダウンを引き起こす可能性がある一方で、再起動・書き込みで回復してしまい、事象の再現や原因特定が困難とされています。発生すると利用者に多大な影響を及ぼす可能性があります。運用者にとっても原因究明・対策が大きな負担となる場合があります。通信機器では、このような故障も想定して通信サービスに影響を及ぼさないように設計しますが、ソフトウェアを再現させることが困難であるため、開発段階で十分な検証をすることができませんでした。

しかしながら、最近、小型加速器中性子源を用いて通信機器のソフトウェアによる影響を測定することができるようになりました。本試験を実施することにより、事前にソフトウェアの影響を把握でき、改善を行った上で製品を販売する、実運用ネットワークへ通信機器を導入するということができるようになってきました。開発・導入段階でのソフトウェア対策により、大幅な通信品質の向上をはかることも可能となりますが、その手法・評価について指標となる基準が求められていました。

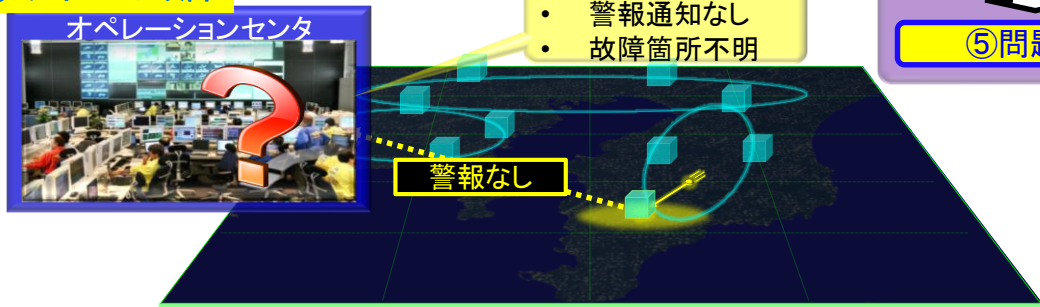
通信装置のソフトウェア対策

ソフトウェア発生による問題

① 未再現故障



② サイレント故障



出典: “通信装置のソフトウェアの概要と標準化動向” TTCセミナー (2016年4月14日)

① 未再現故障

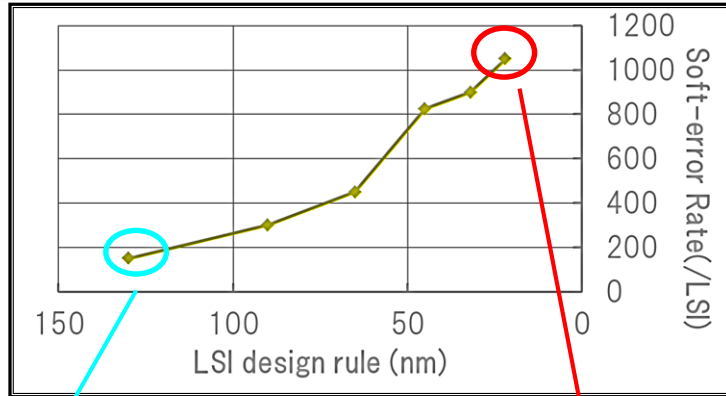
ソフトウェアにより警報が発生し、装置故障と判断し、装置パッケージを交換し、故障と判断したパッケージを検査しても正常動作し、問題なしとなる。

② サイレント故障

ソフトウェアにより通信障害が発生しても、警報通知がなく、異常個所が判断できない。

通信装置のソフトウェア対策

ソフトウェアの増大



昔
衛星や航空機で問題に...



現在
地上の機器でも問題に...



出典: “通信装置のソフトウェアの概要と標準化動向” TTCセミナー (2016年4月14日)

これまでは、衛星や航空機でしか問題になっていませんでしたが、半導体デザインルールが微細化により地上の電子機器においてもソフトウェア発生率が急増しており、旧来のハード故障(実力値)に比べてソフトウェアによる故障返却数の割合が多くなってきている。

それに伴い、主信号断の増加、サイレント故障の増加が顕著になりキャリアネットワークで大きな問題となっている。

しかしながら、ソフトウェアは自体は物理故障ではないので、対策によって回復することができ、どこまで対策して減らすかの基準が必要となる。

通信装置のソフトウェア対策

通信装置のソフトウェア対策の標準化活動開始



TTC (情報通信技術委員会)

EMC標準化等を扱うTTCの伝送網・電磁環境専門委員会に「通信装置のソフトウェアに関する標準化Adhoc」を開設。
国内キャリア、通信機器ベンダ、FPGAベンダ)と検討開始。
(2015年8月)



ソフトウェア対策標準化検討を提案



ITU-T SG5 (環境、気候変動と循環経済)

EMCなど環境を扱うITU-T SG5にてソフトウェア対策に関する新規標準化を提案し、勧告化作業開始が合意。
(2015年10月)

ソフトウェアにより、主信号断の増加、サイレント故障の増加が顕著になりキャリアネットワークで大きな問題となっていることから、2015年8月に国内キャリア、通信機器ベンダー等でソフトウェア対策のための標準化を検討する“通信装置のソフトウェアに関する標準化Adhoc”をTTCの伝送網・電磁環境専門委員会内に設置し、検討を開始した。

[TTC 伝送網・電磁環境専門委員会ウェブサイト](http://www.ttc.or.jp/j/std/wg/nni_uni/) (http://www.ttc.or.jp/j/std/wg/nni_uni/)

通信の国際標準化を行っているITU-Tでは、宇宙線など放射粒子に関する標準化は検討されていなかった。

電磁波や環境の通信等への影響を検討しているITU-T SG5にソフトウェアの問題を提起し、2015年10月にソフトウェア対策の標準化を新検討課題として検討開始が合意された。

ITU-T SG5 Q.5 (電磁界と粒子放射線からのICTシステムのセキュリティと信頼性)で検討されている。

[ITU-T SG5 Webサイト](https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/05/Pages/default.aspx) (https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/05/Pages/default.aspx)

通信装置のソフトウェア対策

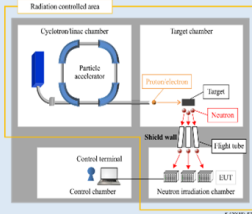
通信装置のソフトウェア対策の勧告シリーズ

K.124(概要編)

- ① 粒子放射線により発生するソフトウェアの影響
- ② ソフトエラー対策としての設計方法に関する概要

K.130(試験編)

- ① 通信装置のソフトウェア試験をするための加速器施設の要件

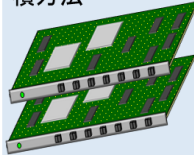


- ② 加速器を用いた中性子照射試験方法



K.131(設計編)

- ① ソフトエラー発生率の見積り方法



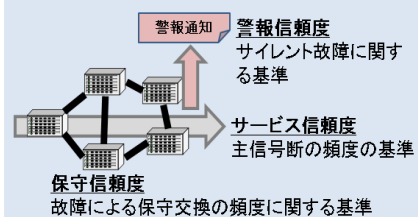
- ② 対策箇所抽出方法
- ③ 対策例と効果とその注意点

K Suppl. 11(補足編)

- ① FPGAのためのソフトウェア対策

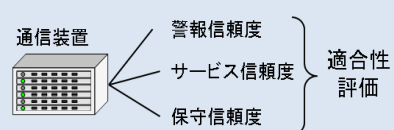
K.139(基準編)

- ① 信頼度要求基準値の定義



K.138(評価編)

- ① 信頼度要求基準の評価方法



出典: TTC Webサイト“通信装置のソフトウェア対策ITU-T国際標準制定”

K.124 (概要編) 通信装置の粒子放射線影響の概要

- ① 粒子放射線により発生するソフトウェアの影響
- ② ソフトエラー対策としての設計方法に関する概要

K.130 (試験編) 通信装置のソフトウェア試験法

- ① 通信装置のソフトウェア試験をするための加速器施設の要件
- ② 加速器を用いた中性子照射試験方法

K.131 (設計編) 通信装置のソフトウェア対策設計法

- ① 使用部品や装置構成に基づいたソフトウェア発生率の見積り方法
- ② ソフトエラー対策が必要な箇所を抽出する方法
- ③ 具体的なソフトウェア対策設計法の例とその効果・対策設計時の主な注意点

K.139 (基準編) 通信装置の粒子放射線影響の信頼性要求基準

- ① ソフトエラーによる保守交換頻度、主信号断頻度、サイレント故障が発生しない確度に関する基準値の定義

K.138 (評価編) 粒子放射線検査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

- ① K.130(試験編)に記載の中性子照射試験で得た結果をもとに、K.139(基準編)に定義されている通信装置のソフトウェアに対する各信頼度規定が満たされているかを評価する方法

(補足編) K Suppl. 11 FPGAのためのソフトウェア対策

- ① ソフトエラー対策設計を実装する上で特に重要なFPGA(Field programmable gate array)のソフトウェア対策例

通信装置のソフトウェア対策

通信装置のソフトウェア対策の勧告化状況

勧告番号	略称	タイトル	勧告化状況
K.124	概要編	Overview of particle radiation effects on telecommunications systems (通信装置の粒子放射線効果の概要)	2016年12月
K.131	設計編	Design methodologies for telecommunication systems applying soft error measures (通信装置のソフトウェア対策設計手法)	2018年1月
K.Supple.11	補足編	Supplement to K.131 - Soft error measures for FPGA (K.131補足資料 - FPGAのためのソフトウェア対策)	2018年9月
K.130	試験編	Soft error test method for telecommunication equipment (通信装置のソフトウェア試験手法)	2018年1月
K.139	基準編	Reliability requirement of particle radiation effect for telecommunication systems (通信装置の粒子放射線効果の信頼性要求基準)	2018年11月
K.138	評価編	Quality estimation methods and application guidelines for mitigation measures based on particle radiation tests (粒子放射線検査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)	2018年11月

出典: “宇宙線による通信装置のソフトウェアの標準化動向” TTCセミナー (2018年7月6日)

2015年10月からITU-Tでソフトウェア対策の標準化を開始し、当初計画した5つの勧告と1つの補足文書を日本メンバが提案、議論をリードし2018年11月までに勧告化した。

TTCでは、2018年度にこれらの勧告および補足文書を国内標準、技術レポート化する計画である。