

宇宙線に起因する電子機器の誤動作「ソフトウェア」を再現させる「ソフトウェア試験サービス」を開始

～小型の加速器中性子源を用いたサービスを実用化 高度な電子機器のさらなる信頼性向上に貢献～

日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:鶴浦博夫、以下 NTT)は、国立大学法人名古屋大学(愛知県名古屋市、総長:松尾清一、以下名古屋大学)と住重試験検査株式会社(本社:愛媛県西条市、代表取締役社長:秋山正博、以下 SHIEI)と共同で、一般企業で保有可能なレベルの小型加速器中性子源^{※1}を用いて、宇宙線に起因する電子機器の誤動作(ソフトウェア^{※2})を再現して試験可能であることを実証し、試験方法を確立しました。

また、NTTアドバンステクノロジー株式会社(本社:神奈川県川崎市、代表取締役社長:木村丈治、以下 NTT-AT)において、小型加速器中性子源を用いた「ソフトウェア試験サービス」の提供を2016年12月19日から開始します。

本サービスにより、高機能化・高性能化・小型化・省電力化が進む通信装置などについて、開発・検証段階においてソフトウェアによる故障発生率の予測ができるだけでなく、ソフトウェアが発生することを前提とした、エラーの検出やエラーへの対処などの確認も可能となるため、さらなる信頼性の向上が期待できます。

今後は、高い信頼性が必要とされる様々な種別の電子機器などについても、適用領域の拡大を目指していく予定です。

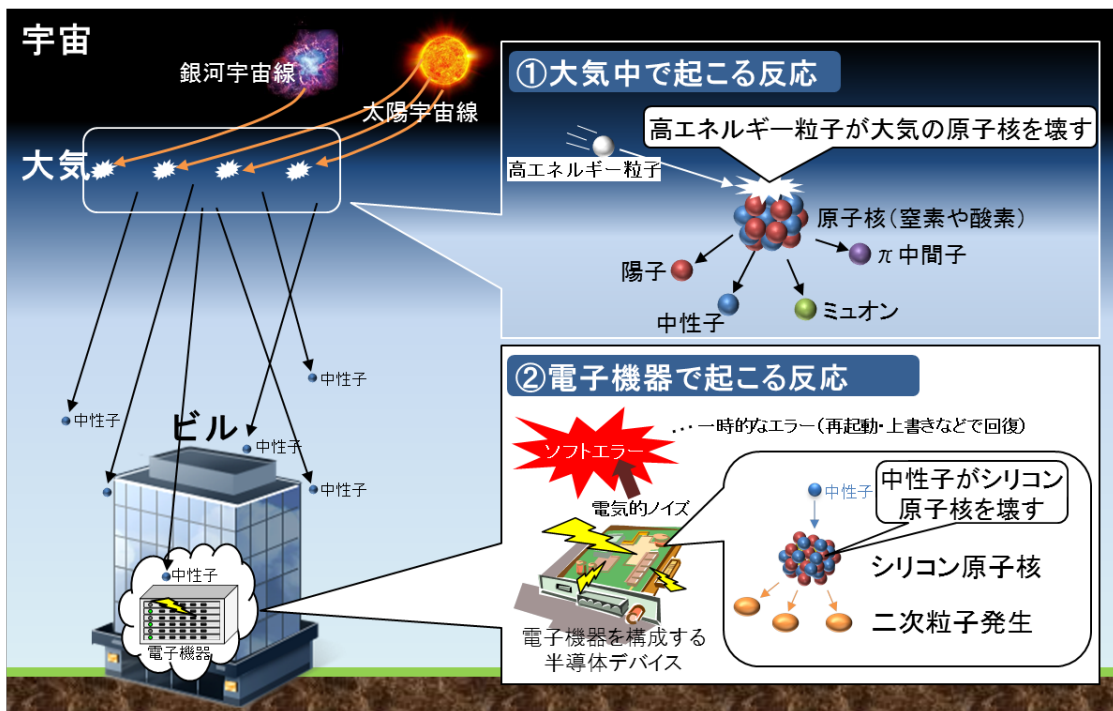


図1 ソフトエラー発生メカニズム

1. 背景

近年の電子機器は、高機能化・高性能化に加え小型化・省電力化が強く求められており、半導体デバイスの高集積化が必要とされています。一方、地球上には、宇宙線が大気と衝突することにより発生する中性子線が降り注いでいます。

半導体デバイスの高集積化・微細化に伴い、デバイス内でビットを判定するのに必要な電荷は減少傾向にあります。そのため、宇宙線由来の中性子線によって発生する二次粒子の微小な電荷の影響を受けやすくなり、従来の電子機器に比べソフトエラーの発生確率が増加しつつあります(図 1)。

NTT では、通信装置の信頼性向上のため、中性子線が引き起こすソフトエラーの影響について研究を行ってきました。2013 年には、小型加速器中性子源でもソフトエラーの発生が可能と想定し、国立大学法人北海道大学(北海道札幌市、総長:山口 佳三、以下北海道大学)と共同で、北海道大学所有の小型加速器中性子源^{※3}にてソフトエラー試験技術を確立しました。^{※4}

また、通信装置のソフトエラーへの注目は世界的にも高まってきており、ITU-T(国際電気通信連合、電気通信標準化部門)においては、NTT ネットワークサービスシステム研究所が標準化活動を先導し、ITU-T K.124「通信装置の粒子放射線影響(ソフトエラー)の概要」が 2016 年 10 月の ITU-T SG5^{※5} 本会合にて勧告化の承認がされました。

このような背景から、NTT はこのたびソフトエラー試験のサービス化に向けて、SHIEI、名古屋大学と共同研究を進め、一般企業で保有可能なレベルの小型加速器中性子源を用いたソフトエラー試験が可能であることを確認し、この研究成果をもとに、NTT-AT にて「ソフトエラー試験サービス」の提供を開始することとなりました。

2. 今回の共同実験成果

共同実験は、SHIEI 所有の小型加速器中性子源^{※6} を用いて、(1) ソフトエラーの再現、(2) ソフトエラー再現時間の大幅な短縮、(3) 中性子線照射エリアの制御を目的にソフトエラー試験照射系を構築し、実験を行いました(図 2)。本試験系は、サイクロトロンによってソフトエラー試験を実現可能とするエネルギーである加速された 18MeV の陽子をベリリウムターゲットに照射することにより、中性子を発生させることができます。

実験の前には粒子輸送シミュレーションを行い、事前に中性子空間分布を把握しました。

(1) ソフトエラーの再現

SHIEI 所有の小型加速器中性子源でソフトエラーを再現できることを確認しました。

(2) ソフトエラー再現時間の大幅な短縮

本加速器では、中性子発生源の近傍で試験をすることにより、従来方式に比べてソフトエラーを再現する時間を最大で 1/100 に短縮しました。これは、自然界に対して約 1 億倍での加速に相当し、この倍率は任意に調整できることを確認しました。

(3) 中性子線照射エリアの制御

今回、システム内の特定の LSI に照射したい場合やシステム全体に照射したい場合に対応するため、照射エリアの制御ができることを確認しました。具体

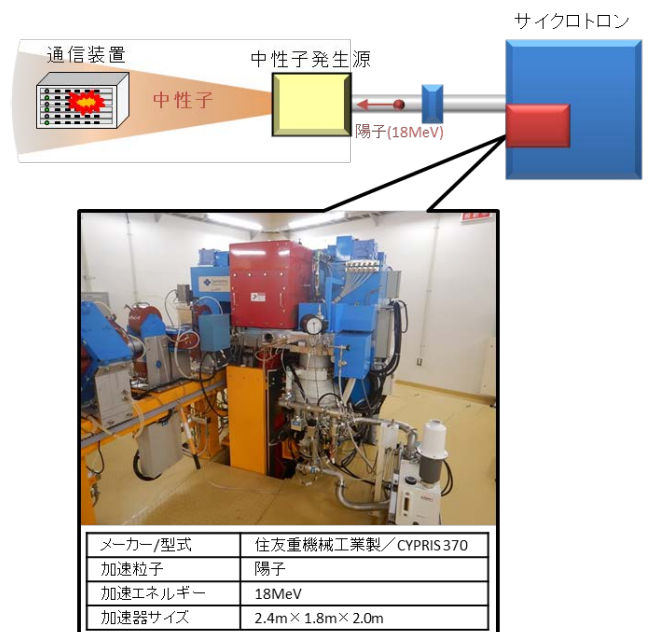


図 2 SHIEI 所有の小型加速器中性子源を用いたソフトエラー試験系

的には、数 cm 程度の特定箇所のみへの照射、約 50cm × 50cm 程度の広い範囲への照射の両方で試験ができることを確認しました。

3. ソフトエラー試験サービス

試験対象の電子機器に中性子を照射し、発生するエラーを判定することにより、実環境におけるソフトウェア耐力を測定する試験サービスを NTT-AT より提供します。

(1) 試験法および判定基準

ITU-T SG5 で策定中の国際標準に準じた内容です。

部品や装置レベルの試験結果から、実フィールドにおけるソフトウェア発生確率を推定することが可能です。また、ソフトウェアが発生した時の装置の動作を確認することが可能です(図 3)。

(2) 利用イメージ

- ・ネットワークサービスを行っている通信装置などが一時的に故障し、製造元にて故障解析を行ったとしても原因を特定することができない場合があります。このような場合、本サービスによりソフトウェアを再現させることで、ソフトウェアによる故障かどうか判別できます。さらに装置に施したソフトウェア対策の有効性を本サービスにより確認可能です。
- ・電子機器の設計段階にて、本サービスにより、ソフトウェア発生箇所を早期発見し、事前に対策を講じることが可能となります。

(3) サービス開始時期

2016 年 12 月 19 日

(4) 提供料金および申し込み方法

以下窓口にお問い合わせください。

NTTアドバンステクノロジー株式会社 先端プロダクツ事業本部 環境ビジネスユニット EMC センタ

TEL: 0422-51-9811 Email: sales@ml.ntt-at.co.jp

「ソフトウェア試験サービス」申し込みページ: http://keytech.ntt-at.co.jp/emc/prd_5014.html

本サービスを利用する際は、事前にお客様と試験内容を打合せのうえ見積を行い、試験対象の機器を SHIEI 等の小型加速器中性子源施設にて試験を実施します。その後、試験結果の報告書を提出します。

(図 4)

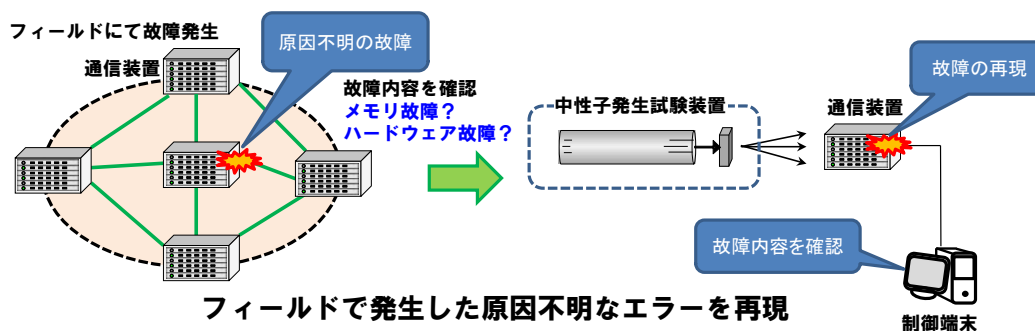


図 3 ネットワークサービスイン後に発生した故障を再現するための試験イメージ

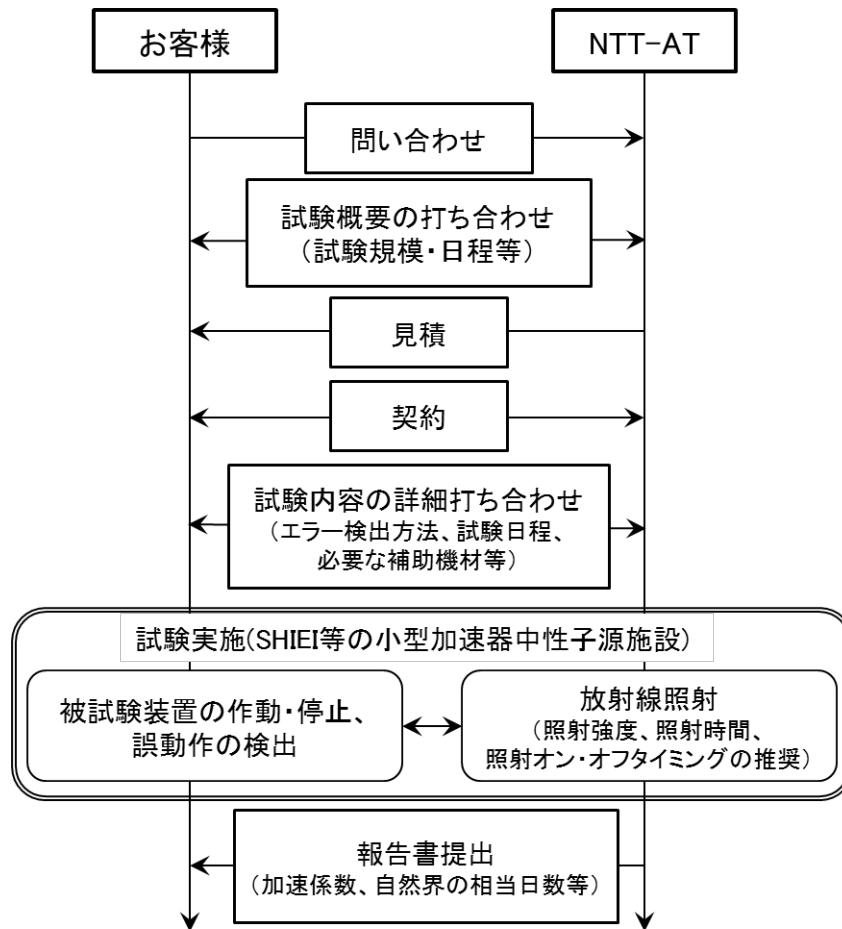


図4 「ソフトウェア試験サービス」を利用する際のフロー

【用語解説】

※1 小型加速器中性子源

数 m 程度の比較的小型の加速器中性子源のこと。これまで、中性子を利用する場合、物質・材料・生命科学といった分野を中心に、大型の原子炉や全長数百 m 以上にわたる長大な加速器が利用されてきた。このような大型施設は日本国内に数カ所しか存在せず、その利用機会は限られたものであった。一方、数 m 程度の小型加速器中性子源は、街中にも建設でき、各地に普及可能である。こうした背景から、小型加速器中性子源への期待が高まっており、建設が世界各地で急速に推進されている。

※2 ソフトエラー

永久的にデバイスが故障してしまうハードエラーとは異なり、一時的な故障でデバイスの再起動やデータの上書きによって回復する故障。ソフトウェアが発生する主な要因は半導体デバイスに微量に含まれる放射性同位元素から生成されるα線と、宇宙線によって生成される中性子線がある。中性子線は、太陽や超新星爆発によって飛来する陽子を主体とした高エネルギー粒子が地球の大気に突入すると、大気中の窒素原子核や酸素原子核と衝突し、原子核内部にあった中性子が飛散することで発生する。大気中で発生した中性子の大部分は通常、半導体デバイスに突入しても透過し何ら影響を与えないが、まれに半導体デバ

イスを構成するシリコン原子核と核反応を起こし、電荷を持った様々な粒子(陽子、 α 粒子等)を発生させる。これが電氣的なノイズとなり、一時的なエラーであるソフトエラーを発生させる。半導体加工技術の微細化や半導体デバイスの高集積化の進展に伴って増加する傾向にあり、ソフトエラー対策の重要性が高まっている。

※3 北海道大学所有の小型加速器中性子源

北海道大学工学部で 1973 年に完成されたコンパクトな 45MeV 電子線形加速器施設。加速器を使った多種多様な中性子実験を行うことができる自由度の高い比較的小規模な実験設備であり、40 年以上にわたって多くの成果を生み出している。

※4 宇宙線による情報通信機器のトラブルを未然に防ぐ技術を開発 ～小型加速器中性子源を用いた効率的なソフトエラー試験技術を確立～

<http://www.ntt.co.jp/news2013/1303/130321a.html>

※5 ITU-T SG5

ITU は国連の一機関であり、その中で ITU-T は電気通信の標準化を行っている。

SG5(Study Group 5)は環境と気候変動の課題を検討している。

※6 SHIEI 所有の小型加速器中性子源

住友重機械工業製のサイクロトロン(円形加速器 型式:CYPRIS 370)により陽子を加速し、ベリリウムターゲットに照射することで中性子を発生させることができる。陽子の加速エネルギーは 18MeV である。サイクロトロンのサイズは 2.4m × 1.8m × 2.0m で非常にコンパクトである。