

## 宇宙線に起因する電子機器の誤動作「ソフトエラー」を再現させる 「ソフトエラー試験サービス」を開始

NTTは、国立大学法人名古屋大学と住重試験検査株式会社（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（ソフトエラー\*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（NTT-AT）において、小型加速器中性子源を用いた「ソフトエラー試験サービス」の提供を2016年12月19日から開始しました。

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エラーによる故障発生率の予測ができるだけでなく、ソフトエラー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。

### ■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。

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と共同で、北海道大学所有の小型加速器中性子源にてソフトエラー試験技術を確立しました。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、この研究成果を基に、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。

### ■今回の共同実験成果

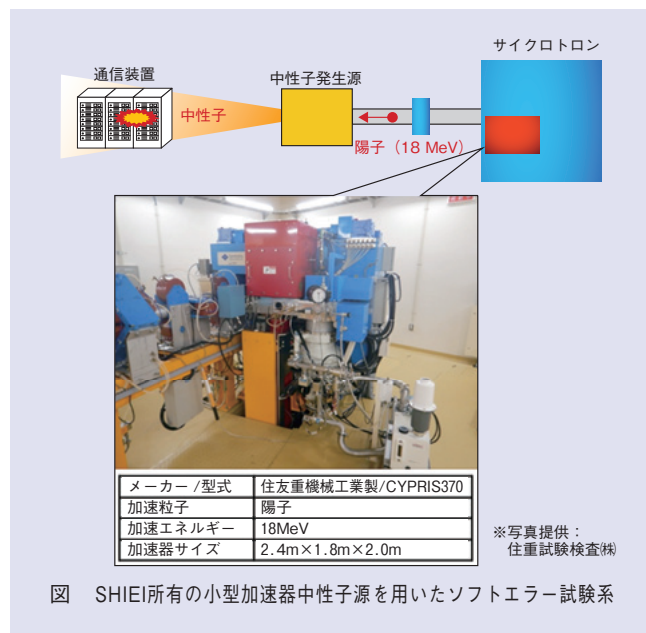
共同実験は、SHIEI所有の小型加速器中性子源を用いて、「ソフトエラーの再現」「ソフトエラー再現時間の大幅な短縮」「中性子線照射エリアの制御」を目的にソフトエラー試験照射系を構築し、実験を行いました（図）。本試験系は、サイクロトロンによって加速された18 MeVの陽子をベリリウムターゲットに照射することにより、中性子を発生させることができます。

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。

- \*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。
- \*2 ソフトエラー：永久的にデバイスが故障する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。



## (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100分の1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。具体的には、数

cm程度の特定期所のみへの照射、約50 cm×50 cm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。

### ◆問い合わせ先

NTT情報ネットワーク総合研究所

企画部 広報担当

TEL 0422-59-3663

E-mail inlg-pr@lab.ntt.co.jp

URL <http://www.ntt.co.jp/news2016/1612/161219a.html>

## 中性子によるソフトエラー加速実験の普及に向けて

鬼柳 善明

名古屋大学工学研究科 特任教授 日本中性子科学会 会長 北海道大学名誉教授

中性子によるソフトエラーの加速実験は、加速器中性子源を用いて随分以前から行われていました。これまでは、自然界における中性子エネルギー分布に近づけるために、高エネルギー陽子を用いた大型中性子源が用いられてきましたので、NTTの岩下秀徳氏から、北海道大学（北大）の小型中性子源でできないかという提案があったときは、できるかどうか疑問に思ったものです。しかし、岩下氏がシミュレーション計算をし、北大でもシリコンと中性子との基本的な核反応は起こすことができることが分かり、実際に実験体系を組み上げ実験を行ってみると、ほぼ、期待どおりの頻度でソフトエラーが起きることが示されました。今後の通信機器等の信頼度を広く向上させるには、このような実験が希望の時に簡単にできることが必要です。それを考えて、日本で唯一、商用ベースで中性子場を提供している、住重試験検査と一緒に実験を実施することとしました。ここでは、北大より高エネルギーの中性子が発生できるので、より効率良くソフトエラーが起きることが期待できたからです。実際に、発生頻度が多くなり、効率の良い実験の場を提供できるようになりました。

小型加速器中性子源に長く携わってきた者としては、このように直接的に実社会に貢献できることは望外の喜びです。加速実験の標準化のためには、まだ課題がありますが、今後も電子デバイスの信頼性向上に中性子を通じて貢献していきたいと考えています。

### 研究者紹介



## ソフトエラー試験のサービス化による普及と標準化活動

岩下 秀徳

NTTネットワークサービスシステム研究所 研究主任

近年、半導体デバイスの高集積化により、地上で使用する電子機器でもソフトエラーの影響を無視できなくなりました。そのため、高信頼性が必要とされる電子機器ではソフトエラーが発生することを前提とした設計が必要となってきます。しかしながら、設計段階でソフトエラーによる電子機器の動作や機能への影響を考慮し、対策処理を施すのは困難を極めます。そのため、ソフトエラーを短時間で再現可能な加速器を用いたソフトエラー試験は、電子機器の高信頼を確保するには非常に有効な手段といえます。ただし、加速器中性子源を電子機器の開発者が利用するには敷居が非常に高いという課題がありました。そこで、名古屋大学の鬼柳善明先生に商用ベースで利用可能な住重試験検査を紹介してもらい、共同実験にも成功したため、今回、NTT-ATにて商用サービスが実現しました。本サービスにより、さまざまな電子機器の高信頼性を確保できると考えています。

現在ITU-Tにて標準化にも取り組んでおり、2016年12月にはソフトエラー発生のメカニズム、勧告化の必要性等を記した概要編(K.124)の勧告化の承認がされました。K.124は、社団法人電信電話技術委員会(TTC: The Telecommunication Technology Committee)に開設した通信装置のソフトエラーに関する標準化Adhocにて委員の皆様と活発な議論を行い勧告草案の作成を行いました。将来的には標準化された規格の適合可否の判定をこの試験により実施できる環境を世界的に構築したいと考えています。

### 研究者紹介

