

令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：地下実験室における半導体デバイスのソフトエラー発生率の評価 英文：Soft-error-rate estimation for semiconductor device at underground laboratory
研究代表者	中野貴志 (大阪大学核物理研究センター)
参加研究者	梅原さおり (大阪大学核物理研究センター) 長崎文彦 (大阪大学核物理研究センター) 荻原政男 (大阪大学核物理研究センター) 小柳隆行 (大阪大学核物理研究センター) 東亮太 (大阪大学核物理研究センター) 鳥羽忠信 (大阪大学核物理研究センター) 新保健一 (大阪大学核物理研究センター) 上藪巧 (大阪大学核物理研究センター) 井辻宏章 (大阪大学核物理研究センター)
研究成果概要	<p>本研究では、電子回路の安定性に影響を与えるソフトエラーについて、その主原因が宇宙線起源の放射線かそれ以外か、を調査することを目的とする。そのために、宇宙線量の少ない地下実験室でのソフトエラー発生率を測定する。</p> <p>近年、半導体デバイスを用いた電子回路の安定性・信頼性は、環境放射線によるソフトエラー発生率に大きく依存する。ソフトエラーとは、メモリやロジック回路に起こる一時的な誤作動で、これは、放射線が半導体デバイスに入射することで起こる。このソフトエラーは、ハードエラーとは異なり、デバイスの再起動やデータの上書きによって回復してしまう故障である。そのため、症状の再現が難しく、これがソフトエラーの対処の難しさの原因となっている。したがって、どの種類の環境放射線がソフトエラーの主原因かを調べ、その対処法を確立することは重要である。しかし、地上においては、環境放射線は、宇宙線起源・大気中の放射性核種・物質中の放射性核種、と多種にわたり、どれがソフトエラーの主原因かを調べることは困難である。本研究では、環境放射線の一つである宇宙線量（ミュオン粒子、および、高エネルギー中性子）が少ない神岡宇宙素粒子研究施設にてソフトエラー率を調査することで、ソフトエラーの原因調査を行う。</p> <p>本年は、2020 年度に作成したソフトエラー発生率評価のための新デバイス B を用いて、地上でソフトエラー発生率評価をした。また、地上でのテスト測定のものちに、神岡施設実験室 D に設置した。それぞれについて下記に示す。</p>

- 1) 半導体デバイス A を 1000 個を搭載したソフトエラーモニタリング実験装置によるソフトエラー発生率測定：地下実験室において、半導体デバイス A を 1000 個搭載したソフトエラーモニタリング実験装置を用いたソフトエラー率測定を行った。これは、地上実験室において、ソフトエラーモニタリングに実績のある装置（3 か月で 30-40 エラーイベントを観測できる装置）である。
- 2) 半導体デバイス B（放射線耐性が高いデバイス）500 個を搭載したソフトエラーモニタリング実験装置を構築した。この装置で用いる半導体デバイスは、アルファ線含め放射線耐性の高い半導体デバイスを用いている。
- 3) 2) のモニタリング実験装置を地上実験室に設置し、ソフトエラー発生率測定および放射線照射試験を行った。結果、半導体デバイス A と比較し、半導体デバイス B のソフトエラー発生率は 1/10 と見積もられることを確認した。
- 4) 1) のモニタリング実験装置の半量（半導体デバイス A 500 個）を半導体デバイス B 500 個に入れ替えたうえで、神岡施設実験室 D に設置した（図 1 参照）。また、本装置からのデータをリモート監視できるように、ネットワーク等各種設定を行った。

今後、この 4) の装置を用いて、地下実験室でのソフトエラー率測定を行い、地下におけるソフトエラー発生率測定を評価する。



図 1：実験室 D に設置したソフトエラーモニタリング実験装置。放射線耐性の高い SRAM デバイスと通常の SRAM デバイスが用いられている。今後、本装置を用いたソフトエラー発生率測定を行う。

整理番号 B19