

# 宇宙応用を目指した FRAM マイコンならびに民生用通信機の耐放射線性評価

Radiation Tolerance Evaluation of FRAM Microprocessor and  
Commercial Product Transceiver for Space Application

千葉 裕介<sup>1)</sup> 浅井 英介<sup>2)</sup> 富岡 宏隆<sup>1)</sup> 亀田 敏弘<sup>3)</sup>  
Yusuke CHIBA Eisuke ASAI Hirotaka TOMIOKA Toshihiro KAMEDA

左高 正雄<sup>4)</sup> 松田 誠<sup>4)</sup>  
Masayo SATAKA Makoto MATSUDA

<sup>1)</sup> 筑波大学 <sup>2)</sup> 筑波大学大学院 <sup>3)</sup> 筑波大学システム情報系 <sup>4)</sup> 原子力機構

## (概要)

平成 25 年度に打上げ予定の筑波大学が開発中の小型衛星 ITF-1「結」に搭載予定のマイコンの耐放射線性評価を行った。大学衛星では PIC16F877A の使用実績が多いものの、開発環境が安価に構築できる Atmel 社製 ATmega128A や FRAM を内蔵した新型マイクロプロセッサ MSP430FR5739 など新型マイクロプロセッサには魅力を持つものも多い。本研究ではマシンタイムの制約上、ATmega128A を供試体として評価を行った。ATmega128A の LET 閾値は PIC16F877A よりやや高く、反転断面積は同程度であり、高度 400 km、軌道傾斜角 65 度の予定軌道において、十分に使用可能であると判断された。

キーワード : マイクロプロセッサ, 耐放射線性, 宇宙利用, 人工衛星

## 1. 目的

筑波大学システム情報系構造エネルギー工学域宇宙開発工学グループで開発を進めている小型衛星に搭載予定のマイクロプロセッサの耐放射線性評価を行う。利便性の高いマイクロプロセッサについて閾値 LET ならびに LET—反転断面積関係を把握する。

## 2. 方法

市場で人気が高いが宇宙で利用実績の少ないマイクロプロセッサの耐放射線性を評価するために、重イオン線を照射し、照射時に発生するシングルイベントの頻度をカウントすることにより、閾値 LET, ならびに、LET—反転断面積の関係を把握する。また、消費電流によるシングルイベント発生を検出方法の妥当性とリセットによる復帰についても検討を行う。

## 3. 結果及び考察

ATmega128A の閾値 LET は 17 (MeV/(mg/cm<sup>2</sup>)), Single Event Upset (SEU) 頻度は、CREME 96 を用いたシミュレーションにより、ITF-1「結」の投入軌道において、10<sup>-7</sup> (SEUs/bit/day) のオーダーと算出された。従来多く使われてきた PIC の閾値 LET は 13 (MeV/(mg/cm<sup>2</sup>)) 程度、Single Event Upset (SEU) 頻度は 10<sup>-7</sup> (SEUs/bit/day) のオーダーであることから、投入軌道上で、シングルイベント発生時にはリセットをかけることによって重大な問題は回避できることが確認された。

## 4. 引用(参照)文献等

CREME96: A Revision of the Cosmic Ray Effects on Micro-Electronics Code, A. J. Tylka et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. 44 (1997)