

# 超小型衛星に搭載される民生部品の放射線耐性に関する研究

191A3041 木下瑚采音

指導教員 趙孟祐 教授

## 1, 研究の背景と目的

近年高まる超小型衛星の需要に伴い、COTSの必要性も増している。これは、「低価格」「短期間の開発」という超小型衛星の利点を支える要素のひとつと言え、ここでは民生部品の宇宙機に利用することを指す。

そのためには、民生部品が宇宙でも使用可能であるか調べる必要がある。宇宙環境では地上と異なり、放射線の影響が大きい。そこで、この研究では放射線の累積によって生じるTID(トータルドーズ効果)に焦点を当て、その試験を地上で行った。

「超小型衛星搭載民生部品データベース」(<https://space-cots-data.jp/>)というデータベースには、様々な大学の超小型衛星に使用された/されている民生部品の情報が掲載されている。ここに掲載されている部品の放射線試験のデータを補完し、データベースを充実したものにすることが目的である。

## 2, 実験方法

産業医科大学のアイソトープ研究センターにて、線源がセシウム137のガンマセルにてガンマ線の照射を行った。

試験対象は、データベースに記載されており、地上試験を行っていない素子である。また、TIDの影響を受けやすいMOS構造を持つMOSFETに限定して選定した。

試験時は、試験基板に素子を載せチャンパー内に配置した。配線によって制御基板と接続し出力電流を読み取り、PCにてLabVIEWを利用し、放射線を照射しても流れるべき電流が流れているかどうか、モニタリングと記録を行った。

## 3, 実験結果

各素子それぞれ8個ずつ放射線試験にかけた。100Gy照射時・150Gy照射時のドレイン電流の試験開始時との変化率をまとめると次の表のようになった。

なお、変化率=(ある時点での電流値-通常時の電流値)/通常時の電流値×100[%]として計算した。

表1, 素子ごとの変化率(100Gy/150Gy)

素子名 Name	変化率[%] Rate of variation	
	100Gy	150Gy
DMG1013T-7	-0.33	-0.43
REF3012AIDBZT	-0.66	-0.77
IRLML0030TRPBF	8.11	10.80

## 4, 考察とまとめ

実験結果より得られた、上記の表1の変化率よりDMG1013T-7(PMOS/FIT-SAT)、REF3012AIDBZT(CMOS/鳳龍4号)については、劣化が見られなかった。しかし、IRLML0030TRPBF(NMOS/KSAT-2)は、劣化が確認できたといえる。

## 5, 今後の課題

データベースに記載されている素子がほとんど入手困難であったため、その対応が課題となる。

また、放射線試験自体をよりスムーズに行うために準備の簡略化と確実性の向上、そして最終的には放射線耐性の結果より放射線試験耐性の有無をデータベースに実際に掲載していくことが必要である。

## 1, Background and Purpose of the Study

With the growing demand for nano-satellites in recent years, the need for COTS is also increasing. This can be said to be one of the factors supporting the advantages of nano-sats such as "low cost" and "short development time," which here refers to the use of consumer components for spacecraft.

For this purpose, it is necessary to investigate whether civilian components can be used in space. Unlike on the ground, the effects of radiation are greater in the space environment. Therefore, this study focused on the TID: Total Ionized Dose Effect caused by the accumulation of radiation and tested it on the ground.

The database "Database of Consumer Components onboard Nano-Sats" (<https://space-cots-data.jp/>) contains information on consumer components that are/were used in nano-sats of various universities. The purpose of this project is to supplement the radiation test data of the components listed here and to enrich the database.

## 2, Experimental Method

Gamma irradiation was performed at the Isotope Research Center of the Institute of the university of Occupational and Environmental Health, using a gamma-ray gamma cell with cesium-137 as the source of radiation.

The test subjects are MOSFETs with MOS structures that are susceptible to TID and that are listed in the database but not tested on the ground.

During the test, a test substrate with the device on it was placed in the chamber. It was connected to a control board, the output current was read, and monitored and recorded on a PC using LabVIEW.

## 3, Experimental results

Eight elements were tested each. The percent change in drain current from the start of the test at 100 Gy and 150 Gy irradiation was as shown in the following table.

*Rate of Variation*

$$= \left| \frac{\text{Current at a given point in time} - \text{Normal}}{\text{Normal current}} \right| \times 100[\%]$$

table1, Rate of change per element (100Gy/150Gy)

素子名 Name	変化率[%] Rate of variation	
	100Gy	150Gy
DMG1013T-7	-0.33	-0.43
REF3012AIDBZT	-0.66	-0.77
IRLML0030TRPBF	8.11	10.80

## 4, Consideration and Summary

Based on the rates of change in Table 1 above, no degradation was observed for DMG1013T-7 (PMOS/FIT-SAT) and REF3012AIDBZT (CMOS/Horyu-4).

However, it can be said that degradation was observed for IRLML0030TRPBF (NMOS/KSAT-2).

## 5, Future tasks

Since most of the elements listed in the database were difficult to obtain, this is an issue to be addressed.

It is also necessary to simplify the preparation and improve the certainty of the radiation test itself to make it run more smoothly, and finally, to actually post the radiation test resistance or not in the database from the results of radiation resistance.

## 目次

### 第1章 序論

- 1.1 研究背景
- 1.2 宇宙環境における放射線
- 1.3 超小型衛星搭載民生部品データベース
- 1.4 研究目的

### 第2章 放射線について

- 2.1 放射線が宇宙機に及ぼす影響
- 2.2 シングルイベント効果(SEE : Single Event Effect)
- 2.3 トータルドーズ(TID : Total Ionized Dose Effect)

### 第3章 放射線試験について

- 3.1 TID 試験
- 3.2 試験施設
  - 3.2.1 産業医科大学の敷地内のアイソトープ研究センター
  - 3.2.2 九州大学加速器センター
- 3.3 試験システム

### 第4章 試験内容

- 4.1 試験の目的
- 4.2 素子の選定
- 4.3 試験の実施
- 4.4 試験方法
- 4.5 試験結果
- 4.6 考察
  - 4.6.1 素子の生産停止について
  - 4.6.2 試験結果について
  - 4.6.3 IRLML0030TRPBF について

### 第5章 結論

### 第6章 今後の予定と課題

### 参考文献

### 謝辞

### 付録

- ・ MOSFET について / 各素子の試験回路 / 計測基板

---

全文を希望の方は [cho.mengu801@mail.kyutech.jp](mailto:cho.mengu801@mail.kyutech.jp) までご連絡ください