



KYOTO  
INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

# 小林研究室の紹介 電子回路工学I

大規模集積回路(LSI)を設計して  
その信頼性を評価する

電子システム工学部門 小林和淑研究室



# 研究内容

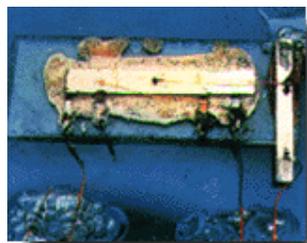
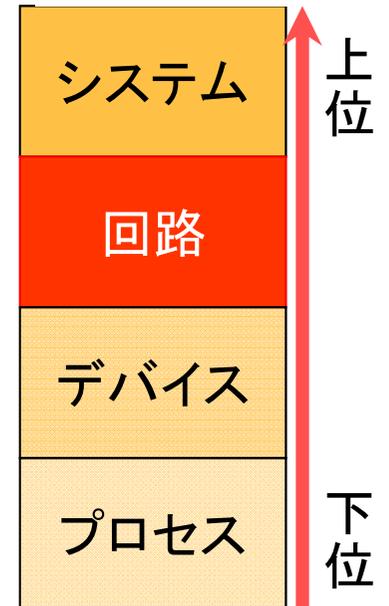
## ■ 「集積回路(LSI)の信頼性」を研究

- 22nm=シリコン原子90個, 14nm=57個
- 微細化で信頼性が低下

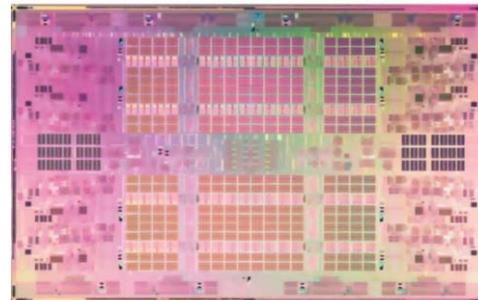
## ■ LSIを設計、試作、評価します

- 設計: 回路/レイアウト設計
- 試作: 半導体メーカーに製造委託
- 評価: LSIテスト、加速器などで評価

設計階層

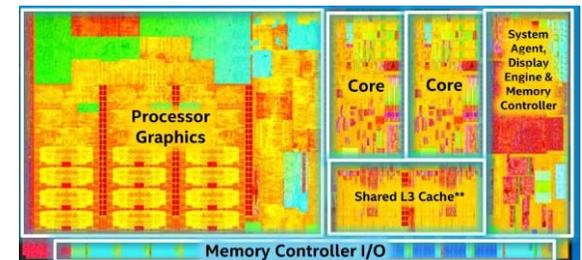


1個@1958

31億個(544mm<sup>2</sup>)@2011

32nmルール

40年で140万倍=1.5倍/年

13億個(82mm<sup>2</sup>)@2014

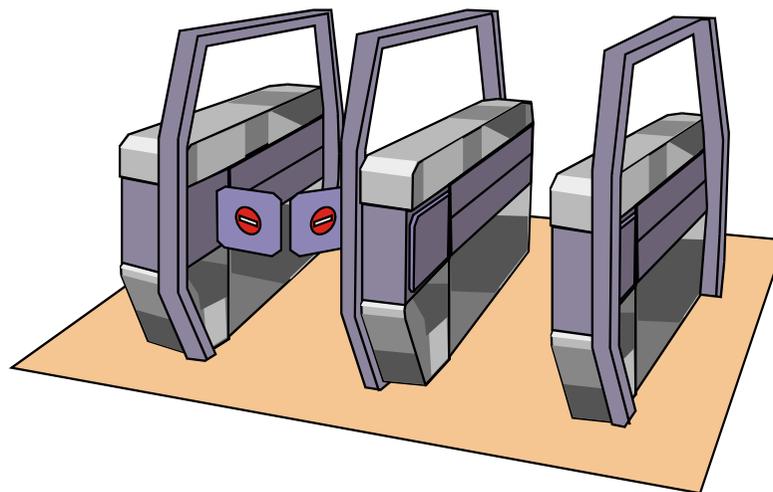
14nmルール

# 信頼性の低下が引き起こす問題

- 日常生活は、LSIを使った電子機器に大きく依存



交通



銀行

- いったんトラブルが起こると、大きな影響が



200万人  
に影響

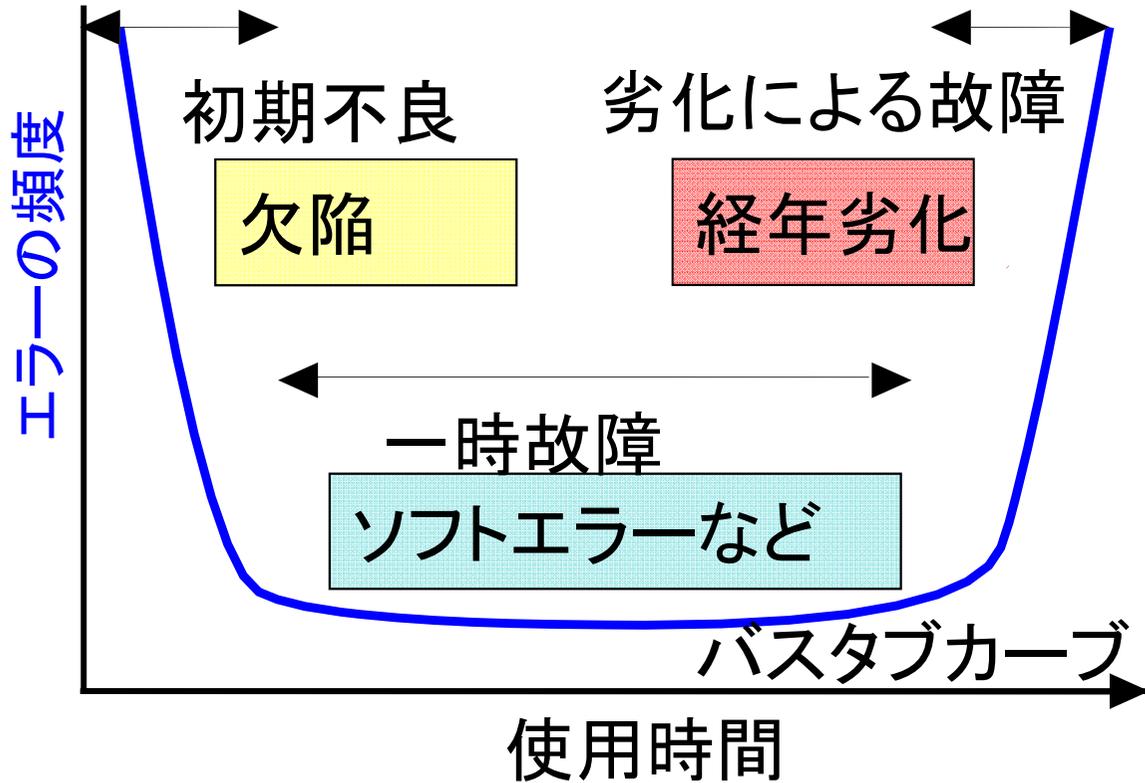
2007年12月  
SUICAシステムの故障



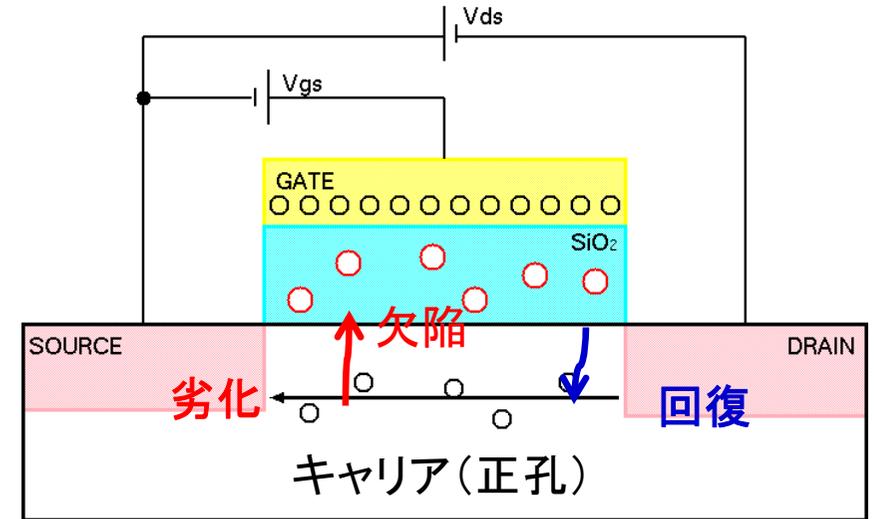
世界で50機  
(日本で25機)  
が運行停止

2013年1月 ボーイング 787 バッテリトラブル

# 微細化による信頼性の低下



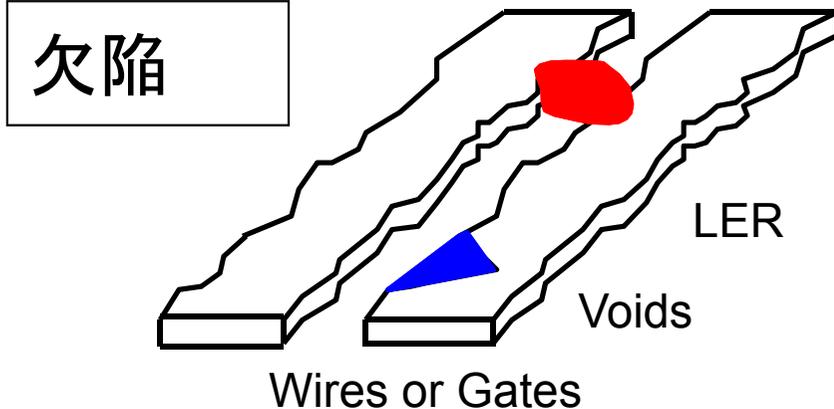
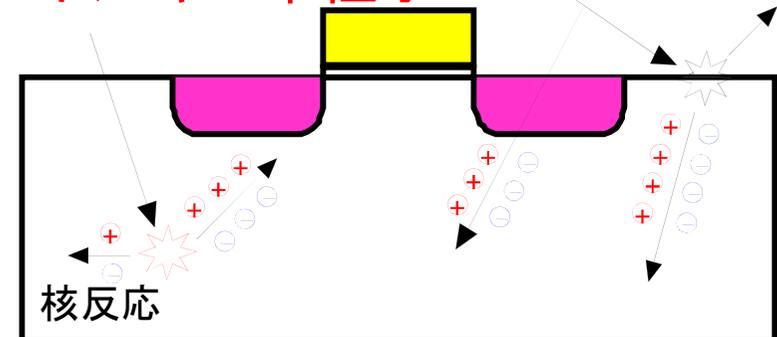
## 経年劣化 (BTI)



## ソフトエラー

熱中性子 アルファ線

高エネルギー中性子



# LSIの信頼性に関するテーマ

## ■ 集積回路の経年劣化(永久故障)

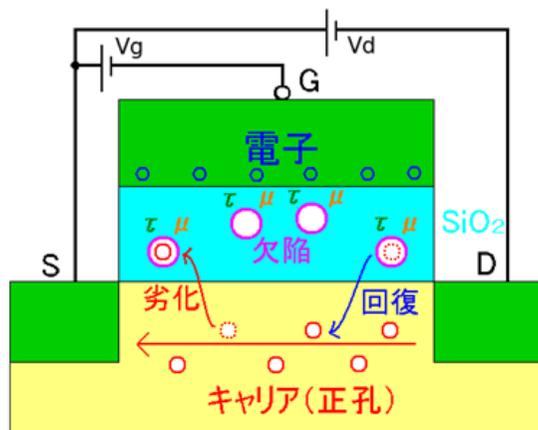
完全に壊れる

- 集積回路における経年劣化の評価

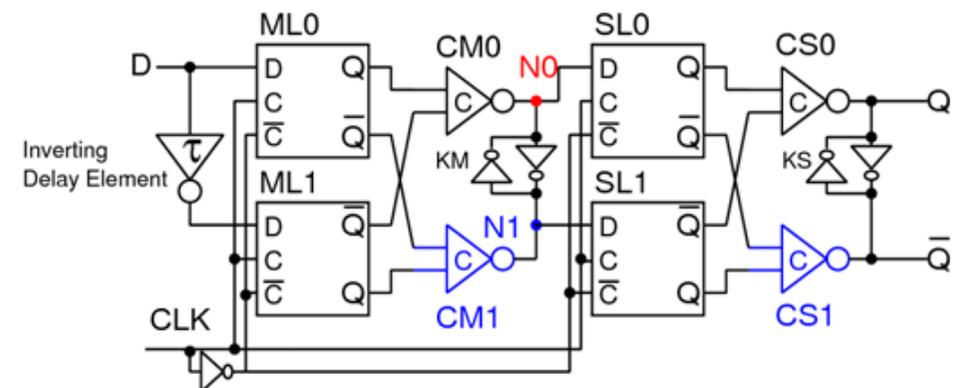
## ■ ソフトエラー(一時故障)

元に戻る

- 65nm Thin BOX SOIトランジスタによる超低電圧高信頼回路の設計と評価
- 28nm UTBBプロセスによる高性能高信頼回路の設計と性能評価



集積回路における経年劣化の影響

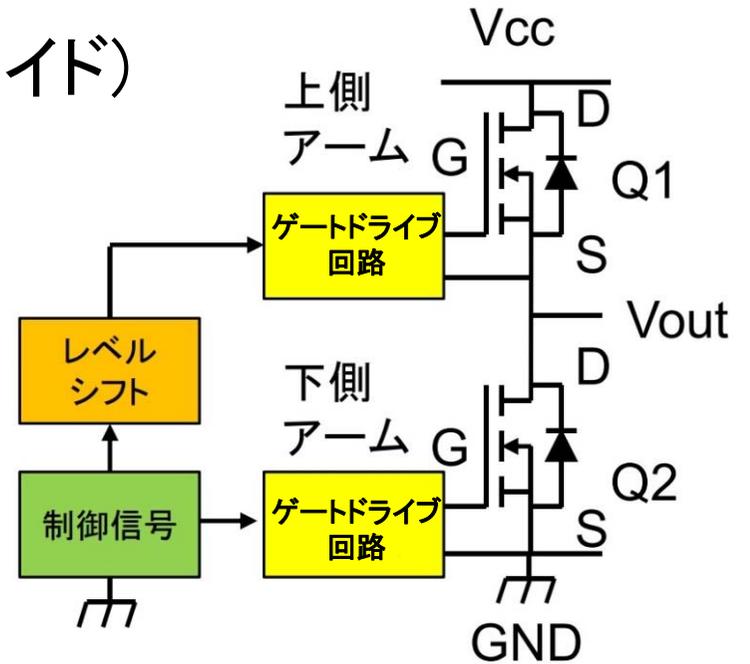
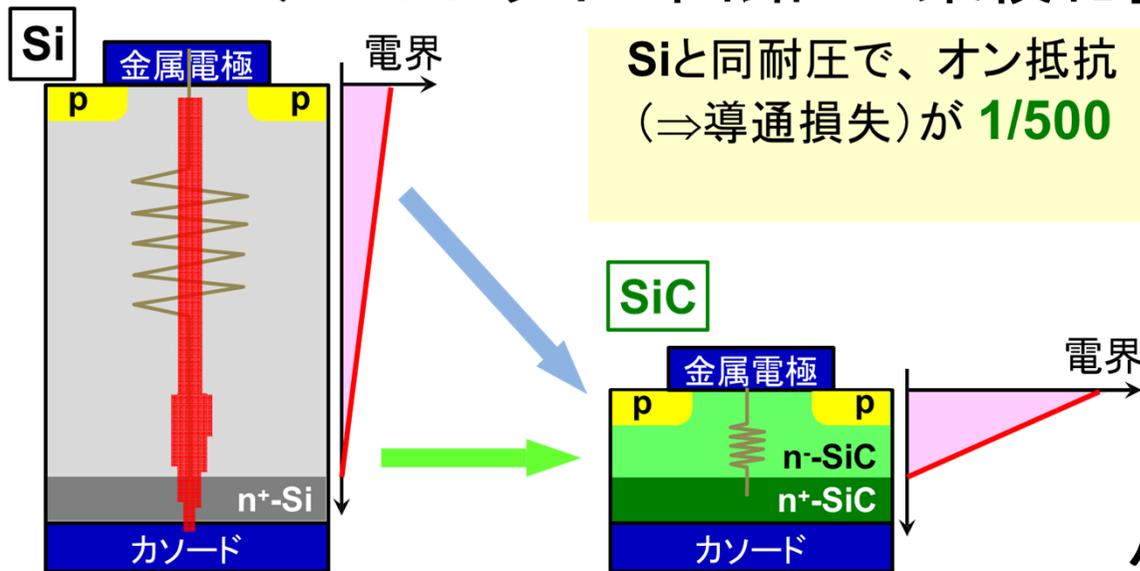


耐ソフトエラーフリップフロップ

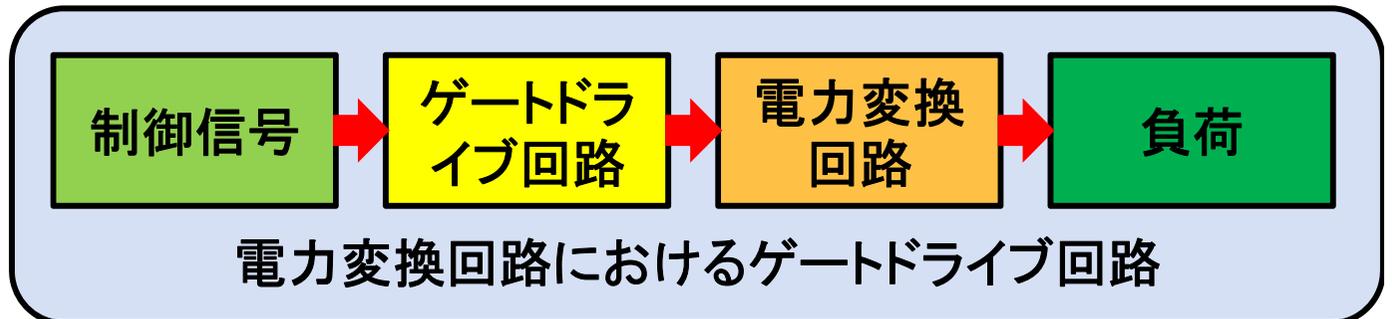
# パワーデバイスに関するテーマ

## ■ 高耐圧集積回路の設計と評価

- Si(シリコン)から, SiC(シリコンカーバイド)
- ゲートドライブ回路の「集積化」



ハーフブリッジのゲートドライブ回路構成



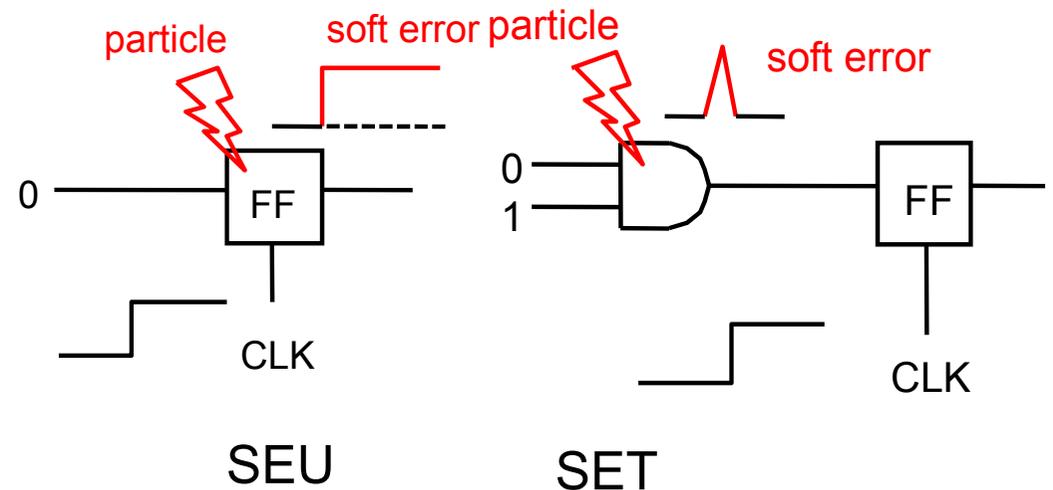
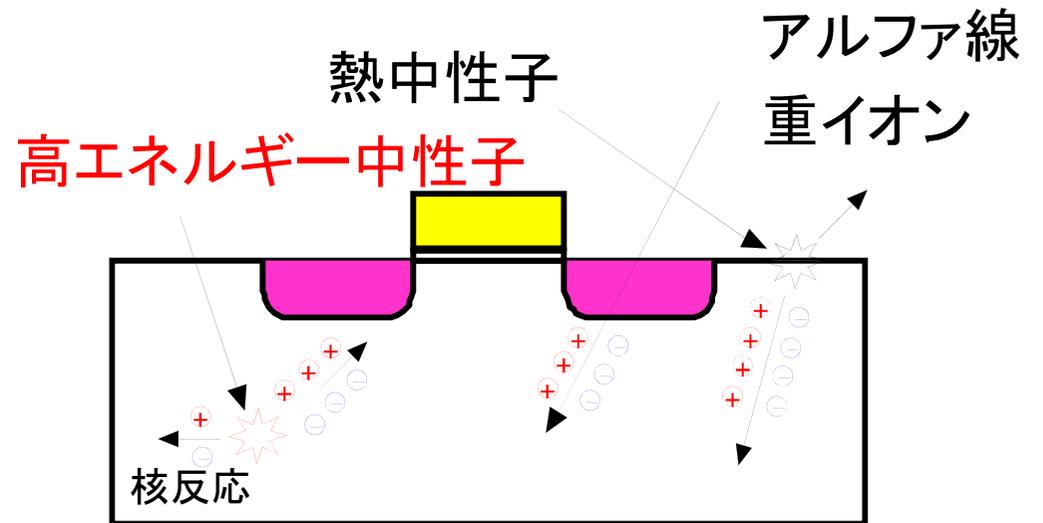
# ソフトウェアエラーとは？

## ■ 放射線がLSIに衝突

- $\alpha$  線
  - 放射性不純物より
- 重イオン
  - 宇宙で問題
- 高エネルギー中性子
  - 宇宙より
  - 航空機では影響大
- 熱中性子

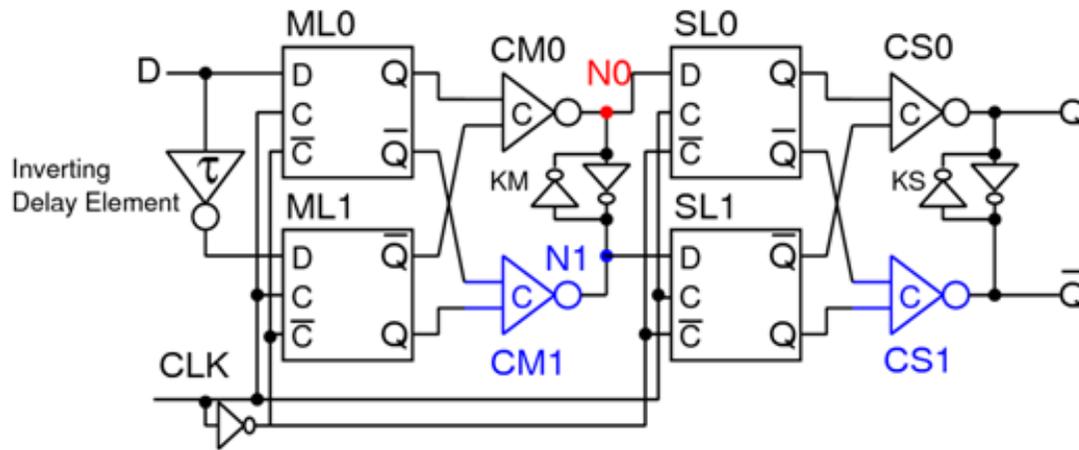
## ■ LSIが一時的に誤動作

- スーパーコンピュータ(京)  
ではすでに対策済



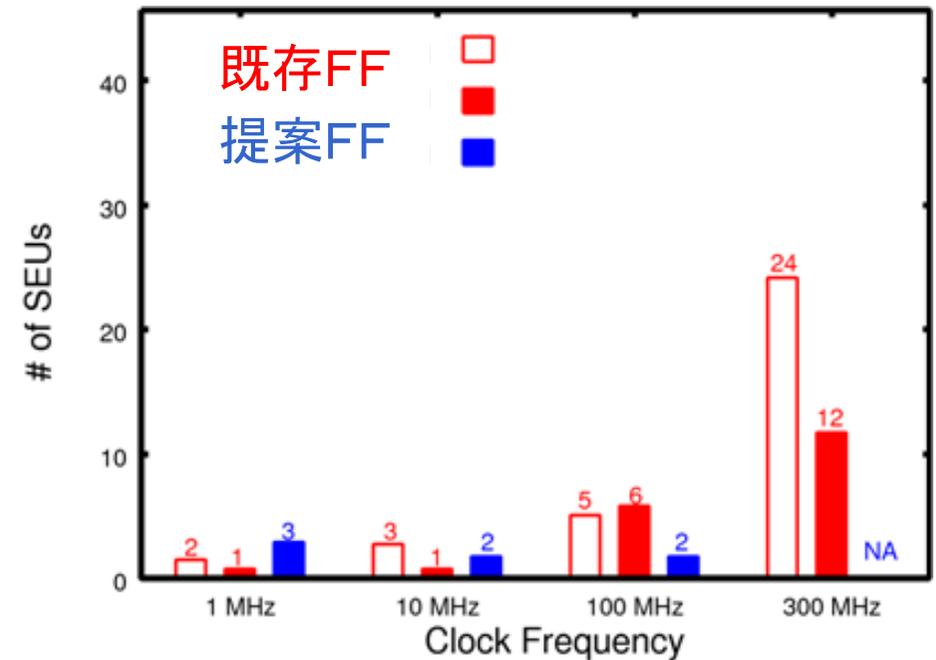
# 耐ソフトエラーフリップフロップ

多重化により, 1個が反転してもエラーとならない



BCDMR フリップフロップ

D-FF: 260個



中性子加速実験によるエラー数

- エラーを1/100以下に減らせる！
  - 1日で駄目な回路を100日持つように

# ソフトウェア耐性評価実験

## ■ 地上での耐性評価

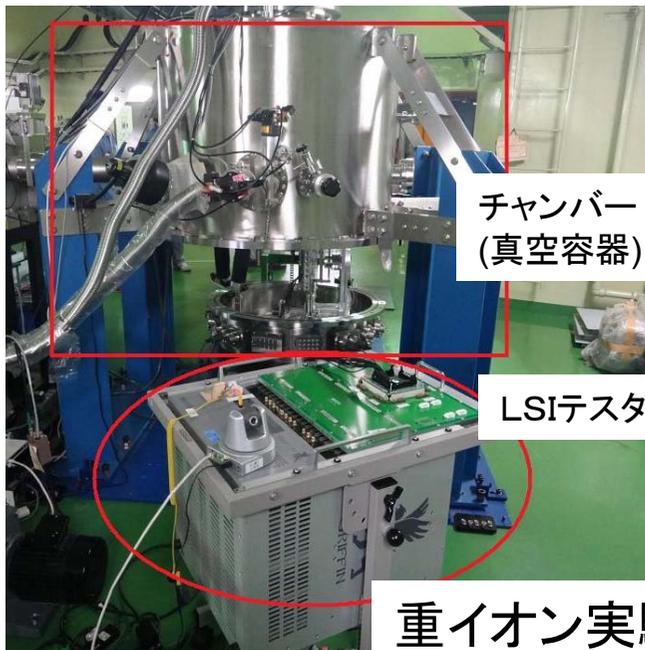
- $\alpha$ 線: 研究室内
- 中性子線: 大阪大学加速器



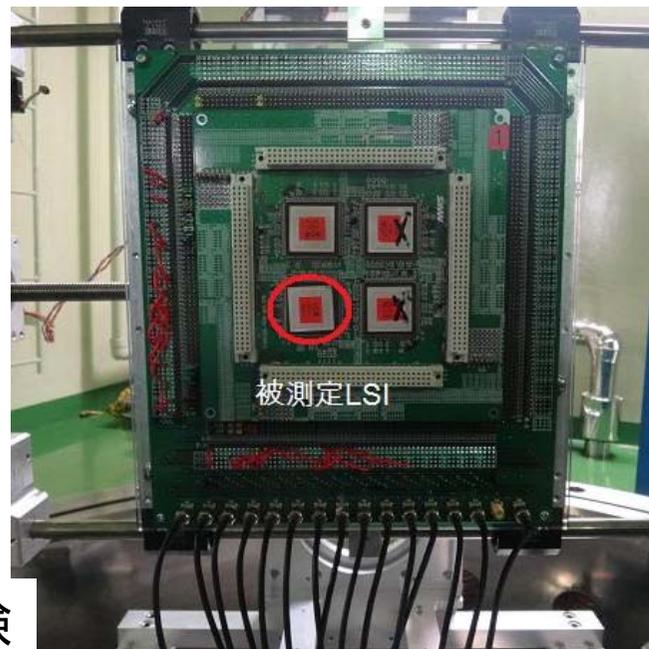
中性子線測定準備の様子

## ■ 宇宙での耐性評価

- 重イオン線: JAEA加速器 (JAXA所有のチャンバーにて)



重イオン実験



# メンバー/環境



昨年のメンバー

- メンバー(教員2名, 学生8名)
  - 教授 小林和淑, 特任教授 熊代成孝,  
特任助教 古田潤, 秘書 嶋倉由美子
  - PDx1, D2x1, M2x3, M1x3名+新4回生
- 研究室の場所
  - 5号館3階 301, 302, 303号室
  - 机一つ+計算機2台(Linux+Windows)



302号室(学生居室)



301号室(実験室)

# 研究室の行事

- 各種歓迎会
  - 新歓コンパ
  - ビアガーデン
  - 忘年会
  - 追い出しコンパ
- 各種交流会
  - 研究室旅行
  - 今年はGW前半に白馬にスキーor観光旅行予定



# 小林研究室見学日程

- 場所： 5号館302号室(小林研究室)
- 4月6日(水) 10:30-
  - 15:00-17:00 公開研究発表会@611講義室
    - 誰でも聴講可能です
  - 17:30-18:30 英会話教室@5-302
    - Nativeとの英会話を楽しんで下さい(見てるだけでもOKです)
  - 18:30- 懇談会@5-302
    - たこ焼きやピザとお酒を楽しみながら語りましょう
- 4月7日(木) 10:30-, 13:00-, 14:30-, 16:00-
- 4月8日(金) 10:30-, 13:00-

# 配属後の予定

## ■ 配属決定者集合

### ■ 4月12日(火曜日) 13:00に5号館302号室

- 部屋の鍵、机の決定、計算機のアカウントの配布などを行う
- 都合の悪い場合は、小林までメールにて連絡してください

## ■ 新歓コンパ

– 4月25日の夜に予定



研究室ホームページ

<http://www-vlsi.es.kit.ac.jp>

kazutoshi.kobayashi@kit.ac.jp

京都工繊大 小林研

検索