

RISC-Vプロセッサ向けALUと レジスタの3重実装の設計例

Design example of a triple modular redundancy
ALU and register-file for RISC-V processors

磯邊 雅人¹ 渡邊 実² 渡邊 誠也²

Masato Isobe¹ Minoru Watanabe² Nobuya Watanabe²

岡山大学

¹工学部情報系学科

²学術研究院
環境生命自然科学学域

Okayama University

¹Department of Information

²Technology Environmental, life,
natural, Science and Technology

研究背景

Research Background

- 放射線環境下で運用できるプロセッサが必要
 - 例えば原子力発電所は放射線の影響を受けやすい

Under a strong radiation environment such as nuclear power plants, processors must have high-radiation tolerance.

- 既存のプロセッサは放射線に対して極めて脆弱
 - 強い放射線環境下では急激に劣化・故障

Currently available processors are always weak for radiation and are easily broken by radiation for a short period.

恒久故障

Permanent failure

- 既存のプロセッサは放射線に対して脆弱

➤ 放射線の強い環境下では非常に短命

The life-time of processors under strong radiation environments is very short.

	Processor RAD750
プロセステクノロジー Process technology	0.16 μm
放射線耐性 Radiation tolerance	1 Mrad
1000Sv/h下での寿命 (福島第一原子力発電所) Life span under the radiation environment of 1000Sv/h such as Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant	10 hours

放射線耐性の向上

Increasing radiation tolerance

- 原子力発電所のような放射線環境
 - 恒久的な故障発生率の増加

Under a strong radiation environment such as nuclear power plants, the risk of permanent failure is increased.

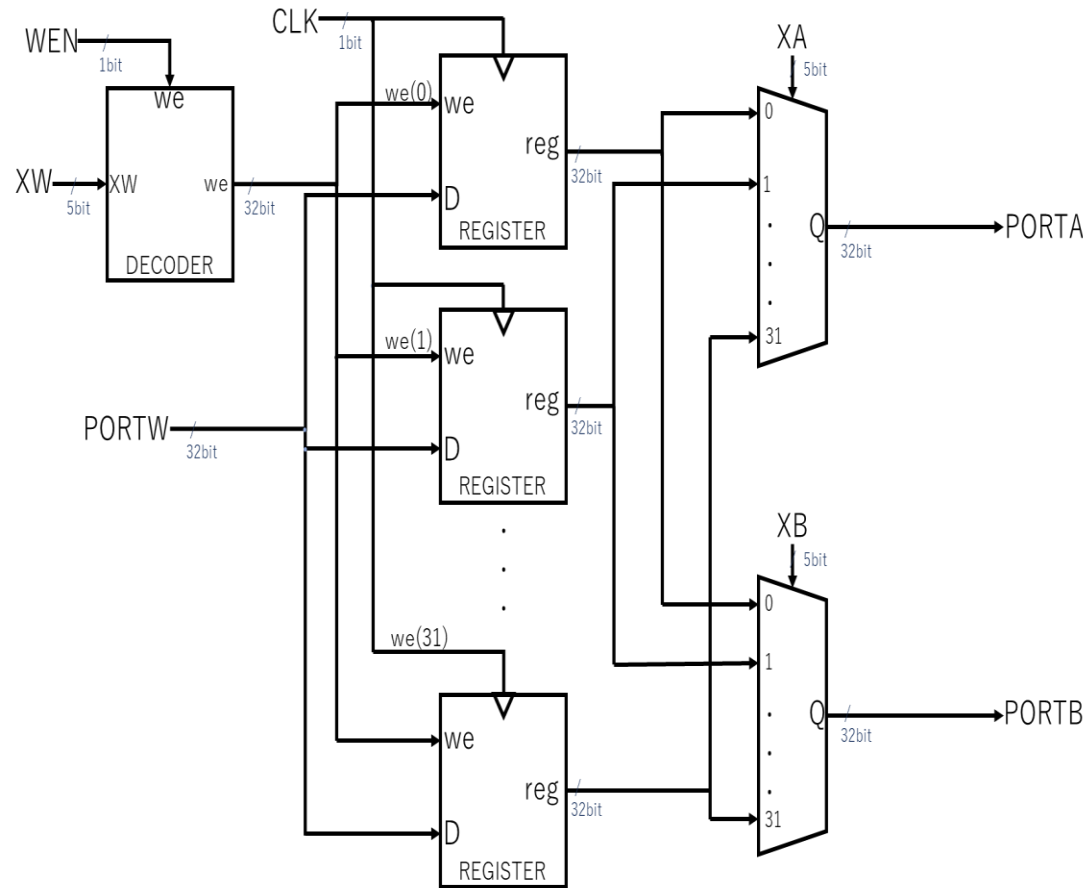
- 恒久的な故障を許容
 - 三重化アーキテクチャを用いて対処

We use a triple modular redundancy for a processor design.

In this case, even if a part of a processor is broken by radiation, the operation can be kept correctly.

耐放射線設計されていないプロセッサ

No radiation-hardened processor



レジスタファイルの例

Example of a register-file

- 耐放射線設計されていない
 - 一か所でも故障すれば動作不良に至る

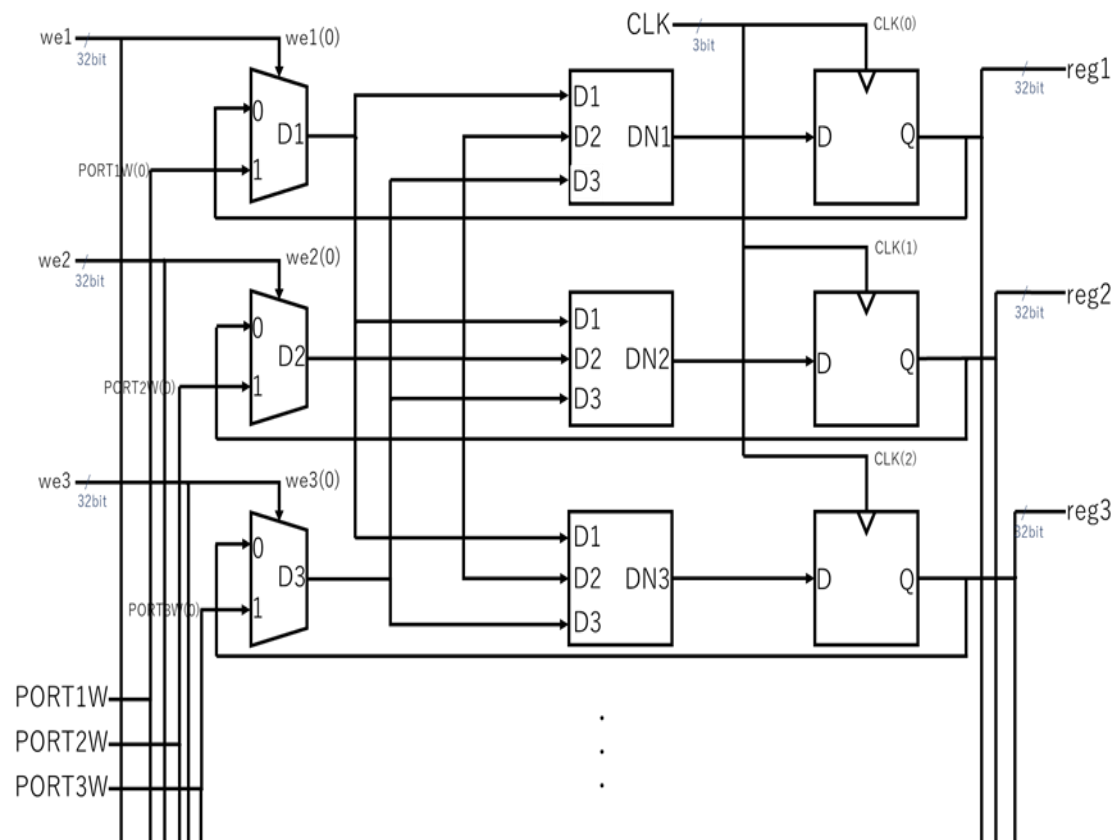
If no radiation-hardened processor has a permanent failure, the processor cannot work correctly.

耐放射線プロセッサデザイン

Radiation-hardened processor design

➤ 三重化実装

Triple-modular-redundant implementation



三重化の例

➤ 1モジュールが故障しても、そのまま継続利用することが可能

Even if one module of triple modular redundant processor is down, the rest modules can execute correct operation by taking a majority voting.