



# 複数同時またはシーケンシャルに発生する

## 自然外部事象に対するリスク評価法の研究開発

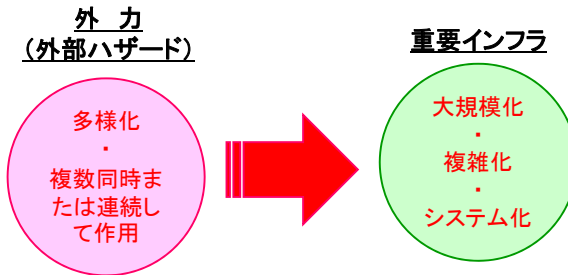
令和元年10月3日

東京都市大学  
原子力安全工学科  
大鳥 靖樹  
牟田 仁  
山川 裕久



# 背景

- 2011年: 東北地方大平洋沖地震による福島原子力発電所の事故 <<< **地震と津波**
- 2018年: 台風21号による関西国際空港の機能停止 <<< **暴風と高潮**
- 2019年: 台風15号による停電の長期化 <<< **暴風と倒木・土砂崩れ・道路の陥没**



# 研究の範囲と目的

スコープ

### 重要インフラ

構造単体      システム

複数外力

荷重  
組み合わせ

今回の  
ターゲット

外力

単一外力

通常の  
設計・評価

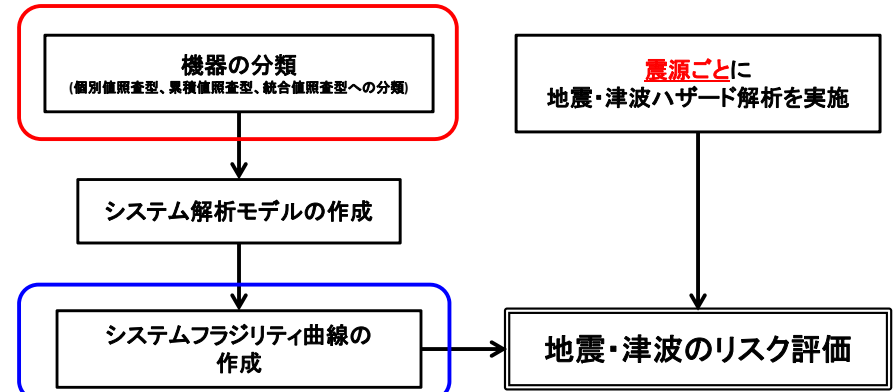
システム評価  
(単一故障の  
仮定)

目的

地震と地震に付随して発生する津波のように、  
同時またはシーケンシャルに発生する外部事象に対する  
リスク評価法と評価プラットフォームを構築する。

# リスク評価法の構築

### 機能喪失判定法の提案

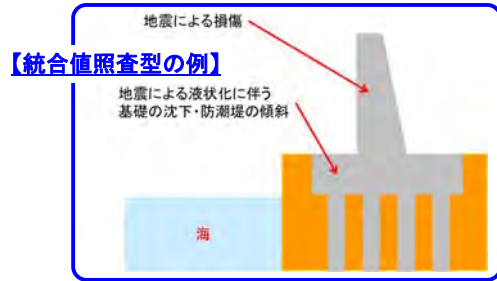
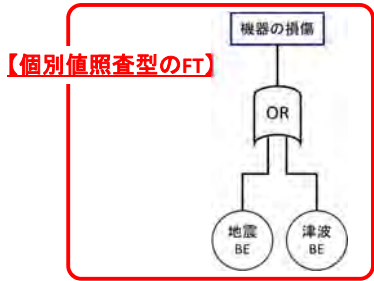


- システムの機能維持判定法の開発
- 評価プラットフォームの開発

# 機能喪失判定のための照査の提案



種類	概要	原子力の機器の例
個別値照査型	複数の荷重効果を個別に照査・機能維持判定	電気的機器、弁等の動的機器
累積値照査型	複数の荷重効果の累積値(例、疲労)で照査・機能維持判定	機器・配管や支持構造物の疲労等
統合値照査型	荷重効果の組合せを考慮して照査・機能維持判定	防潮堤、水密扉等



# システムの機能維持判定法



## 4段階照査法を開発・実装

ステップ	起因事象	個別値照査型 構造物		統合値照査型 構造物	累積値照査型 構造物
		地震荷重	津波荷重		
1	地震	機能維持判定	機能維持を設定	機能維持を設定	地震による累積指標の評価・機能維持判定
2		システム解析			
3	津波	Step1の判定保持	機能維持判定	機能維持判定	津波による累積指標の評価およびStep1の結果への加算・機能維持判定
4		システム解析			

# 評価プラットフォームの開発

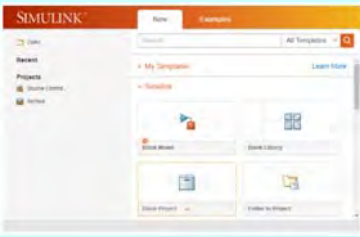


既存ツール: RISKMAN、RISK SPECTRA等

1990年代に開発された既存のツールはマルチハザード等に対応できない!

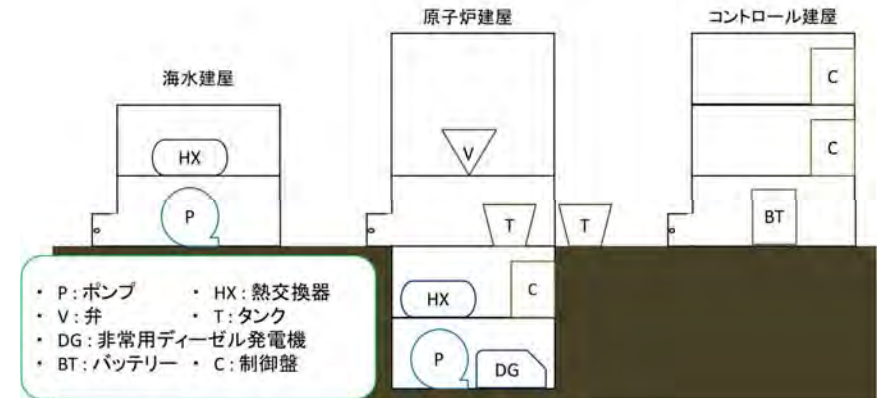


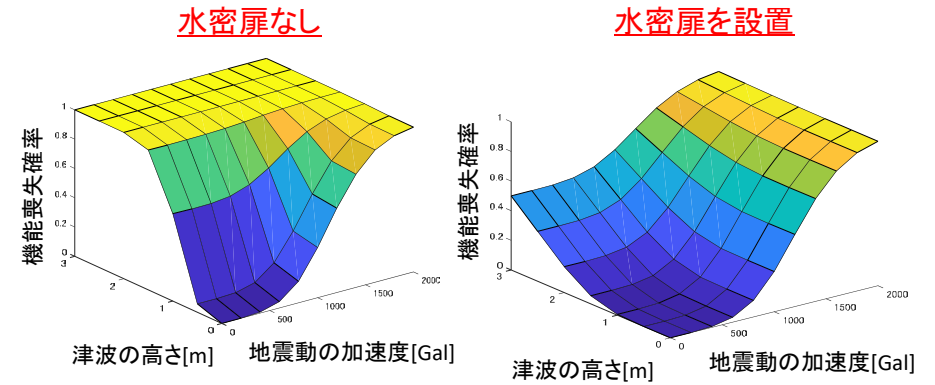
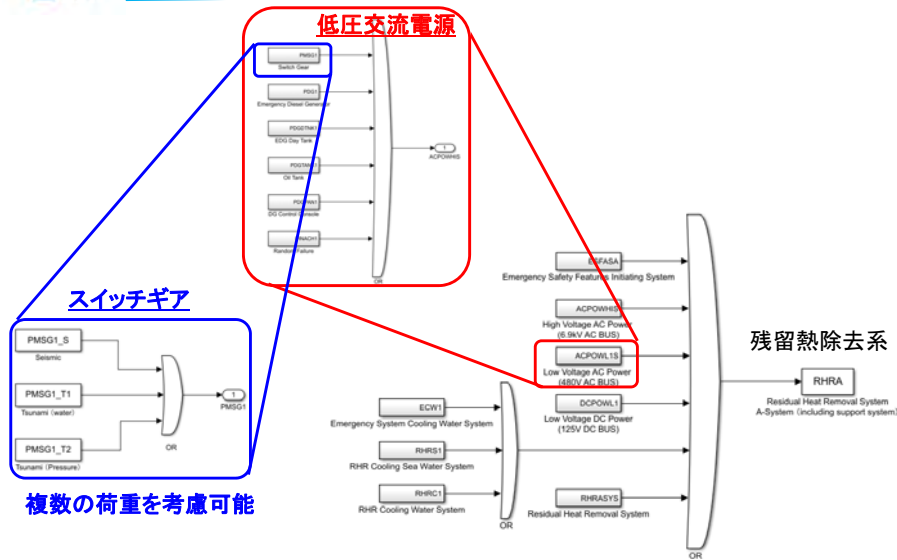
System Analysis is made by SIMLINK



**DQFM Method**  
Direct Quantification of Fault Tree by Monte Carlo Simulation

# 残留熱除去系(RHR)モデル





- (1) 地震動の加速度、津波の高さが増加するにつれて機能喪失確率が増加
- (2) 水密扉を設置した場合、機能喪失確率が低下

- (1) 複数同時またはシーケンシャルに発生する自然外部事象(例、地震と津波)に対するリスク評価法を構築
- (2) リスク評価のためのプラットフォームを開発
- (3) 原子力発電所の残留熱除去系(RHR)を対象にリスク評価を実施し、水密扉の影響を評価
- (4) 本研究助成をベースに応募・採択された科研費基盤(C)で研究のさらなる展開を実施中

ご清聴ありがとうございます。

一年半の研究助成に感謝致します！